

FACULTE DE MÉDECINE DE PARIS

1908

N°

THÈSE
POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le Jeudi 25 Juin 1908, à 1 heure

PAR

MENDEL JOSEPH

L'ION COCAÏNE & L'ION ZINC

EN

THÉRAPEUTIQUE DENTAIRE

Président. M. ALBERT ROBIN, *Professeur.*

Juges : { MM. GILBERT, *Professeur.*
DESGREZ, *Agrégé*
CARNOT, *Agrégé*

PARIS

ALFRED LECLERC, ÉDITEUR

19, RUE MONSIEUR-LE-PRINCE, 19

1908

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE :

Monsieur le Professeur ALBERT ROBIN

Professeur de Clinique thérapeutique à la Faculté
de Médecine de Paris

Membre de l'Académie de Médecine

Officier de la Légion d'Honneur

A MES MAÎTRES :

Monsieur le Professeur LE DENTU ,

Messieurs les Docteurs TROISIER, MAUCLAIRE,
LAUNOIS, SÉBILLEAU et BONNAIRE

Hommage de Souvenir reconnaissant.

AVANT-PROPOS

On s'accorde à reconnaître tous les jours davantage l'importance des affections dentaires dans la genèse des infections profondes de l'organisme. Le mécanisme pathogénique en est très clair. c'est d'abord une simple carie superficielle n'atteignant que les parties dures de la dent ; puis la lésion frappe l'organe central de la dent — la pulpe, d'où l'infection se propage à travers l'orifice de l'extrémité radiculaire dans la région alvéolaire. Arrivés en ce point, les germes pathogènes subissent une évolution variable : tantôt ils sont annihilés, sous l'action vigoureuse de l'économie et leur passage n'y laisse aucune trace ; tantôt ils s'y fixent sous forme d'un foyer circonscrit : abcès, fistules ; tantôt, enfin, entraînés par les voies lymphatiques et veineuses, projetés dans la circulation générale, ils sont transportés dans les territoires les plus éloignés de l'organisme.

Le moyen le plus efficace pour conjurer l'éclosion des complications profondes, des infections à distance, consiste dans le traitement radical de la lésion initiale : la carie superficielle, dite de deuxième de-

gré. A cette phase du processus, le siège de l'élément infectieux est bien précis, nettement circonscrit. Le mal est à notre portée et il suffit, pour le maîtriser, d'excaver profondément le foyer morbide, d'exciser largement non seulement la zone de tissu altéré mais encore les couches de dentine immédiatement sous-jacentes, presque toujours infiltrées.

L'indication opératoire est précise mais l'exécution en est malaisée.

Dans l'accomplissement de cette tâche, simple en apparence, mais grave par ses conséquences, l'opérateur se trouve aux prises avec une difficulté contre laquelle il a souvent bien de la peine à lutter : *la sensibilité et l'hyperesthésie de la dentine*. Combien de fois, au cours de la préparation de la cavité cariée, l'opérateur, après avoir vainement essayé la plupart des anesthésiques en usage, se voit obligé d'abandonner la lutte. Et alors, il excise la dentine aussi complètement que la tolérance du malade le permet et il fait l'obturation définitive.

Assurément, il fait de son mieux, mais son action demeure imparfaite. Profondément, au-dessous de l'obturation, il a laissé un foyer résiduel qui lentement, progressivement poursuivra le travail de destruction et aboutira fatalement à l'infection pulpaire et à toutes les complications subséquentes.

Le problème de l'anesthésie de la dentine est donc à la base de la dentisterie opératoire, puisque seule

une bonne anesthésie, une anesthésie locale, bien entendu, permet à l'opérateur d'accomplir son œuvre curative et prophylactique.

On conçoit que la recherche d'un anesthésique de la dentine a toujours été la grande préoccupation de l'odontologiste.

Parmi les nombreux procédés préconisés à cet effet, l'introduction électrolytique des ions anesthésiques dans le tissu même de la dent réunit, sans conteste, l'ensemble des conditions requises ; c'est un procédé fidèle et efficace dans son action, d'une application pratique, exempt de toute influence nocive sur la pulpe comme sur l'état général de l'organisme.

Or, chose remarquable, cette méthode d'anesthésie vraiment merveilleuse que L. Jack, de Philadelphie, considérait comme l'un des progrès les plus considérables réalisés dans la thérapeutique des affections dentaires est presque complètement inappliquée.

Déjà en 1899, le D^r Pont, de Lyon, dans sa thèse inaugurale « La Cataphorèse dans l'art dentaire », plaïda avec conviction la valeur de cette méthode. On pouvait espérer que, grâce à cette étude, la méthode s'imposerait à l'attention des praticiens et rentrerait dans le domaine d'utilisation générale. Il n'en était pas ainsi.

Aujourd'hui que, grâce aux remarquables travaux de M. Leduc, nous connaissons plus exactement le mécanisme de l'introduction électrolytique des médi-

caments dans l'organisme et que la question de l'électro-ionisation a le privilège d'attirer l'attention du monde médical, il m'a paru intéressant de revenir sur ce sujet et de faire un nouvel effort en faveur de cet anesthésique.

Mais les ressources de l'électro-ionisation peuvent être plus amplement mises au service de la thérapeutique dentaire. Les ions antiseptiques, et en particulier l'ion zinc m'a paru d'une grande puissance d'action dans le traitement des foyers infectieux siégeant profondément dans le tissu osseux de l'alvéole et des maxillaires et dont la cause initiale est la carie dentaire.

Les recherches expérimentales que nous avons entreprises, sur l'action bactéricide de l'ion Zn , sont venues corroborer les résultats de nos observations cliniques. C'est une arme éprouvée, d'une puissance de pénétration remarquable, dans notre lutte contre les infiniment petits.

HISTORIQUE

Bien que déjà, vers 1750, Bianchi et Pivati, en Italie, l'abbé Nollet, en France, firent usage de l'effluve pour le transport des substances médicamenteuses et, qu'en 1802, Rossi tenta d'introduire du mercure dans l'organisme à l'aide du courant galvanique en détruisant au préalable l'épiderme au moyen du vésicatoire, ce n'est qu'avec les travaux de Faraday sur l'électrolyse, que se montrent les premières tentatives de l'introduction électrolytique des médicaments.

En 1833, Fabre-Palaprat, cherche le premier à démontrer expérimentalement la pénétration des médicaments à l'aide du courant électrique et tente d'instituer une véritable thérapeutique électrolytique.

Plus tard, Klencke et Hassenstein, en 1848, traitent par ce procédé la scrofule avec l'iodure de potassium, la syphilis avec le mercure.

Plus précises sont les expériences de Richardson : il cherche à introduire dans l'organisme, à l'aide du courant galvanique, en vue de l'anesthésie locale, une solution de morphine à 5/100. Il fit usage dans ce même but et particulièrement pour l'extraction des

dents, d'un mélange de chloroforme, de teinture d'iode et d'extrait d'aconit. Dans deux études qu'il publia, en 1858, l'auteur s'efforça à généraliser l'application clinique de la méthode de « Voltaïque Narcose. »

En 1873, Munk, démontre la réalité de l'osmose électrique à travers la peau intacte ; à l'aide des électrodes trempés dans une solution de strychnine et appliqués sur la peau des lapins, il provoque des convulsions tétaniformes et la mort de l'animal.

La retentissante communication de M. Blondel, à l'Académie de Médecine, en 1885, sur l'introduction électrolytique dans l'organisme de l'iode, n'est en somme que la reproduction de l'expérience de Fabre-Palapat. Elle renfermait une part de vérité — l'introduction de l'iode dans l'organisme, déjà affirmée par Erb ; mais l'ignorance des conditions qui régissent l'osmose électrique l'ont conduit à un procédé de démonstration qui ne résistait pas à un examen sérieux.

Plus avisé, plus scientifique, Lauret eut le mérite de prouver, d'une manière indiscutable, l'absorption de l'iode sous l'influence du courant. Au lieu de chercher l'iode de l'autre côté du corps, il a cru plus rationnel de le chercher dans les urines. Sa thèse « de l'introduction des substances médicamenteuses à travers la peau saine, sous l'influence de l'électricité », parue en 1885, marque un véritable progrès dans l'étude de ce sujet.

Un peu plus tard, Wagner publie dans le *Wiener Medicinischer Blätter*, une étude sur l'action anesthésique de la cocaïne, appliquée à l'aide du courant électrique. Puis paraissent successivement les travaux de Reynolds, de Petersen, de Kornfeld, de Gartner et Erkmann, confirmant l'action thérapeutique des substances médicamenteuses introduites électrolytiquement.

En 1890, le grand électricien Edison, fait, au Congrès de Berlin, sa communication sur le traitement de la goutte par l'introduction électrolytique de lithium.

La longue énumération qui précède démontre, d'une façon péremptoire, la réalité de la pénétration des substances dans l'organisme, sous l'influence du courant électrique. Mais, l'essence du phénomène, le mécanisme intime de sa production, continuent à rester obscurs. Pour la majorité des auteurs, il s'agit d'un simple phénomène de transport mécanique de la cathode vers l'anode — d'où le terme *cataphorèse* introduit, ou plutôt mis en vogue par Munk, Meisner Karfuntele. — Certains auteurs admettaient l'intervention simultanée de l'électrolyse et de la cataphorèse, la décomposition des corps en dissolution précédant le processus de pénétration mécanique. Enfin, quelques-uns excluaient, dans ce processus, toute participation de l'action mécanique.

Le Dr Foveau de Courmelles a eu le mérite de mon-

trer que la cataphorèse et l'électrolyse sont des phénomènes distincts et que la cataphorèse, qu'il appelle bi-électrolyse, peut être observée en dehors de l'intervention de l'électrolyse. Grâce au courant d'induction où l'électrolyse est à peu près nulle, l'auteur a réalisé l'expérience suivante : « Sur la peau de poulet, qu'enveloppait un papier de cyanure de K, il fit passer un courant d'induction par deux tampons extérieurs imbibés de sulfate de fer. Au bout de quelque temps, on pouvait constater la présence de taches bleues de ferro-cyanure de K, qui ne pouvait provenir de la simple imbibition.

La démonstration de M. Foveau de Courmelles éclaire un coin du problème mais ne le résout pas complètement. Comme le dit bien le Dr Brillouet, à propos de la thèse d'Aubert : « On voit combien est peu précise, à cette époque, l'explication théorique de la pénétration électrolytique dans l'organisme des composants d'une solution médicamenteuse et, par suite, combien la méthode d'application à la thérapeutique doit être peu nette.

Peu à peu cependant, la confusion commence à se dissiper. L'étude plus complète de phénomènes physico-chimiques montre qu'il fallait invoquer non pas le transport mécanique des substances dans leur intégrité mais la décomposition de ces substances par le phénomène de l'électrolyse.

Les recherches de Destot, dans la thèse de Savy

(1895) mais surtout les travaux de Labattut, faits en collaboration, de Jourdanet et de Porte, font faire à la question, un pas considérable.

En même temps, Weiss étudia, en 1897, les altérations histologiques que les tissus subissent sous l'influence de l'électrolyse.

Enfin paraissent, à partir de 1900, les importants travaux de Bordier, sur la théorie de transport des ions à travers les tissus et surtout les nombreuses publications de Leduc qui fixent, d'une façon lumineuse, le mécanisme de l'introduction électrolytique des ions dans l'organisme vivant.

Parallèlement progressent et s'affirment les applications d'électro-ionisation en thérapeutique dentaire.

Ce fut, nous l'avons dit, Richardson qui eut, le premier l'idée de mettre à contribution le courant galvanique pour faire pénétrer les substances anesthésiques en vue de l'extraction des dents. Mais ce n'est que plus tard, vers 1885, que les dentistes commencent à utiliser systématiquement cette forme de médication. La cocaïne est la substance que l'on essaie d'introduire tout d'abord. L'étude de Wagner : « *eine méthode haute anesthésie durch Cocain zu erzeugen* », parue en 1886, a suscité bien des espoirs.

En 1888, Mac Grath fait une communication à la Société dentaire de Chicago, sur un procédé d'anes-

thésie de la dentine par l'introduction électrolytique d'une solution alcoolique de cocaïne à 6 0/0.

Dans la même année, W. Ames lit à la société dentaire de Michigan, un travail ayant pour titre « Application pratique de l'électrolyse » ; M. Papot qui fit en 1899 une étude critique très minutieuse fait la remarque suivante au sujet du travail de Ames : « Bien que le titre n'annonce que l'application de l'électrolyse, il s'agit bien de la cataphorèse puisque l'auteur préconise la décomposition des médicaments, notamment des cristaux d'iodure de potassium lesquels, en se dissolvant dans les culs-de-sacs gingivaux, donnent une idéale solution d'iode. »

Cette petite notice indique bien quelle confusion existait dans les exposés sur le mécanisme de l'osmose électrolytique.

En 1893, parut un travail intéressant de M. Foulon sur « l'électrothérapie dans l'art dentaire. » L'auteur utilise l'électrolyse pure et simple pour le traitement.

- a) Des pulpes dentaires en décomposition ;
- b) Des racines affectées de périostite ;
- c) Des kystes radiculaires.

Nous reviendrons à ce traitement dans un des chapitres suivants.

De plus, à l'aide des électrodes ingénieusement construites, il introduit dans la gencive des solutions

de cocaïne à 10 % et prétend en avoir obtenu une anesthésie parfaite pour l'avulsion indolore des dents.

Dès ce moment, on assiste à l'apparition d'un grand nombre d'articles traitant de la cataphorèse en l'art dentaire. Presque tous sont publiés dans les périodiques américains. Bien que l'anesthésie de la dentine soit l'objectif capital de la plupart des auteurs, on cherche à généraliser l'application de la méthode dans le traitement de diverses conditions pathologiques et notamment :

- 1° Désinfection des courants radiculaires ;
- 2° Traitement de la pyorrhée alvéolaire ;
- 3° Traitement de la périostite alvéolo-dentaire.
- 4° Extraction ;
- 5° Implantation ;
- 6° Le blanchiment des dents.

Le nombre de ces articles est trop grand pour en faire une analyse ; la plupart se bornent à exposer les résultats des observations personnelles, n'apportant à la question aucune modification digne d'être signalée. Mais tous, ou presque, sont unanimes pour reconnaître l'excellence de la méthode.

Le *Ohéo Dentol Journal*, février 1897, a eu l'idée de demander à ses lecteurs leur opinion sur la cataphorèse.

Neuf praticiens ont répondu et voici quelques extraits de leurs réponses :

La cataphorèse m'a toujours réussi sauf sur les dents jaunes et denses des personnes ayant dépassé l'âge moyen.

D^r BUYNE, de New-York.

Je m'en sers dans la proportion de quatre-vingt-dix-neuf pour cent de cas.

D^r VAN VAERT, de Brookliw,

Mes expériences n'ont jamais échoué.

D^r J. MORTON, de New-York.

Le succès dépend moins du sujet que de la connaissance des principes physiques de la cataphorèse et du bon usage des appareils.

D^r CUSTER

Je m'en sers dans cent pour cent de cas.

D^r GILLET, de New-Port.

L'emploi de solutions aqueuses exige trop de temps, en se servant de gaïacol on réduit le temps.

MORSON.

Je me sers de citrate de cocaïne placé dans la cavité et recouverte de coton humecté par les liquides buccaux.

D^r BARNEY, de Cleveland.

La cataphorèse répond à un besoin auquel rien de ce que nous connaissons ne saurait satisfaire.

GILLETT.

En 1899, le D^r Pont, de Lyon, condense dans sa thèse inaugurale : « de la cataphorèse en art den-

taire », toutes les connaissances théoriques et pratiques connues jusqu'alors sur la matière. C'est, sans conteste, le travail le plus considérable qui ait été consacré à ce sujet non seulement en France mais aussi à l'étranger.

Depuis ce moment, la question de l'électro-ionisation dentaire est resté stationnaire. A part quelques rares articles publiés à l'étranger et en France, sans intérêt véritable, ni idée personnelle, rien de marquant ne fut produit sur ce sujet.

Cataphorèse — Electrolyse — Ionisation

Le mécanisme de l'introduction électrolytique des substances dans l'organisme, à travers les tissus intacts, n'a reçu d'interprétation satisfaisante qu'en ces dernières années. Jusque-là, le phénomène est resté très obscur malgré les nombreux efforts faits pour l'élucider. Les observateurs étaient unanimes à reconnaître l'exactitude du fait de la pénétration médicamenteuse ; on s'accordait à en louer les effets thérapeutiques, mais on restait incertains et contradictoires quant à l'interprétation de la nature intime du processus.

Pendant longtemps, l'hypothèse de la cataphorèse a été la conception la plus généralement admise. Il importe de déterminer le sens exact de cette hypothèse.

La *cataphorèse* est le transport par le courant d'une substance *dans son intégrité* de l'anode vers la cathode. Suivant la définition du professeur Morton, la cataphorèse est « le transport des liquides avec les substances qu'ils peuvent tenir en dissolution du pôle positif au pôle négatif, dans un courant passant à tra-

vers le tissu ». Il s'agirait d'un phénomène d'ordre purement mécanique la translation du corps « en masse », sans décomposition préalable. Ainsi, si l'on réunit deux vases renfermant un liquide par un tube capillaire et qu'on fasse passer un courant, il y a transport en masse du liquide du vase positif vers le vase négatif : voilà le type de la cataphorèse. De même, en faisant passer un courant chez une grenouille d'une patte à l'autre, on peut observer que la patte négative est plus gonflée de liquide que la patte positive. L'entraînement en masse de l'anode vers la cathode a été observé avec le bleu d'aniline, le sulfure arsénieux, la gélatine, l'or, l'argent, etc.

Dans le même ordre de faits, certaines substances, telles que : l'éosine, l'oxyhémoglobine, l'hydrate de fer, manifestent la propriété opposée : leur migration s'effectue de la cathode vers l'anode ; on a donné, à ce phénomène, le nom d'*anaphorèse*.

La cataphorèse (ou l'anaphorèse) existe donc et c'est l'un des mérites de M. Foveau de Courmelles de l'avoir différencié expérimentalement de l'électrolyse. Mais, on l'a vu, seuls, quelques corps particuliers, obéissent à la loi de la cataphorèse. Quant au mécanisme de pénétration médicamenteuse dans l'organisme, le rôle de la cataphorèse est extrêmement problématique. La plupart des auteurs le nient formellement. M. Leduc, plus réservé, affirme néanmoins, qu'aucune expé-

rience ne montre, d'une façon certaine, l'introduction des médicaments par cataphorèse.

Par quel processus se ferait donc la pénétration dans l'organisme des substances médicamenteuses ?

Par l'ionisation et l'électrolyse ou mieux, par l'*électro-ionisation*.

Lorsque, dans une solution de NaCl, on fait passer un courant électrique, on voit que le métal Na se dégage au pôle négatif, le métalloïde Cl au pôle positif.

Faraday a donné à ce phénomène le nom d'électrolyse. Il a appelé *anion* le corps qui se dégageait à l'anode et *cathion* le corps qui se dégageait à la cathode.

Pour expliquer le phénomène de l'électrolyse on a longtemps invoqué la théorie de Grothus suivant laquelle la décomposition résultait de l'action directe du courant. L'énergie électrique, se transformant en énergie chimique, effectuait le dédoublement du corps composé en ses fragments élémentaires.

Peu à peu, on s'est rendu compte de l'insuffisance de la conception de Grothus.

On vit, tout d'abord, que le courant ayant servi à l'électrolyse n'éprouve aucune perte d'énergie électrique, chose bien surprenante, si l'on considère la solide organisation de certains corps composés. En 1857, Claudius parvint à réaliser l'électrolyse avec des courants d'intensité extrêmement faibles, insuffisants à opérer le dédoublement des corps en expériences.

Aussi, dès cette époque, soupçonnait-il la dissociation préalable des molécules dans les solutions électrolytiques.

Mais ce sont les recherches ultérieures, sur les propriétés physico-chimiques des solutions, l'étude de leur point de congélation, de leur pression osmotique, de leur tension de vapeur, qui ont permis de reconnaître le bien fondé de l'hypothèse de Claudius et de préciser la théorie moderne de l'ionisation.

On connaît deux sortes de solutions : Les unes, — solutions des acides, des bases, des sels, — se laissent traverser par le courant électrique : elles sont dites électrolytiques ; les autres, comme les solutions de sucre, de glycérine, d'urée, sont réfractaires au passage du courant : elles sont dites non-électrolytiques.

Un des caractères essentiels des solutions est leur concentration moléculaire. Suivant la quantité des substances dissoutes, la concentration des solutions est plus ou moins élevée. Lorsque, dans un litre d'eau distillée, on dissout 58 gr. 5 de NaCl, représentant le poids moléculaire de ce corps, on obtient une solution à concentration moléculaire normale. En dissolvant le dixième du poids moléculaire d'un corps donné on aura une solution à concentration moléculaire decimale.

Les recherches de Van t'Hoff ont montré que « dans une solution, la matière dissoute se comporte comme

un gaz. L'analogie, entre les substances dissoutes et les gaz, est complétée ; les molécules des corps dissous sont mobiles les unes par rapport aux autres comme les molécules des corps gazeux. Elles ont, comme les molécules des gaz, une tendance à se répandre d'une façon homogène pour occuper tout l'espace que leur offre le volume du dissolvant, lequel représente le vase renfermant un gaz. Comme les molécules des gaz, les molécules des corps dissous exercent, sur les limites des espaces qui les renferment, une pression dite *pression osmotique*. Cette pression osmotique suit exactement les mêmes lois que la pression des gaz ; elle a exactement les mêmes constantes ; toutes les notions acquises par l'étude de la pression des gaz sont applicables aux pressions osmotiques des substances dissoutes. Comme pour les gaz, la pression osmotique est proportionnelle à la concentration moléculaire. Pour les solutions, comme pour les gaz, la pression à 0 degré, pour une concentration d'une molécule par litre, est de 22 atmosphères 35 centimètres (1).

Or, chose remarquable, les solutions dites électrolytiques semblent faire exception à cette loi générale. L'étude de leur pression osmotique indique toujours une concentration moléculaire plus élevée que celle qui existe en réalité.

(1) LEDUC : Les ions et les médications ioniques, 1908.

Il y a plus. La cryoscopie est l'étude du point de congélation des liquides. L'abaissement du point de congélation est fonction du degré de concentration moléculaire. En déterminant le degré thermométrique auquel une solution passe à l'état solide, on peut en déduire le nombre de molécules dissoutes. Or, tandis que dans les solutions non électrolytiques l'abaissement du point de congélation correspond exactement au nombre de molécules ou fractions de molécules dissoutes, dans les solutions électrolytiques l'étude du point cryoscopique révèle une concentration moléculaire toujours plus élevée que le nombre de molécules réellement dissoutes.

Enfin, l'étude de la tension des vapeurs des solutions électrolytiques conduit aux mêmes constatations.

Ainsi donc, l'étude de la pression osmotique, du point cryoscopique, de la tension de vapeur des solutions conduit à cette notion paradoxale que dans les solutions électrolytiques la concentration moléculaire est plus élevée qu'elle n'est en réalité.

La théorie des ions a l'avantage de fournir une interprétation rationnelle de ces faits contradictoires : elle en expose les raisons, en détermine les conditions et les fait rentrer dans la loi générale. La formule générale de cette théorie a été donnée par Swante-Arrhenius en 1886. En voici les données fondamentales.

Lorsqu'on fait une solution d'un sel, d'un acide, d'une base, un certain nombre de molécules dissoutes, se dissocient en deux éléments appelés ions.

Cette dissociation constitue le phénomène capital des solutions électrolytiques ; le courant électrique ne passe qu'à la faveur de cette dissociation préalable.

Chacun des ions dissociés porte une charge électrique égale et de signe contraire. Cette charge suffit à satisfaire leur affinité chimique et leur permet de se comporter exactement comme des molécules.

Il résulte que dans une solution de NaCl, par exemple, on trouve trois sortes d'éléments : les molécules de NaCl non dissociées et électriquement neutres, des ions Cl et des ions Na jouant le rôle des molécules. Dans une solution où nous avons fait dissoudre 1000 molécules de NaCl, tout se passe comme si nous avions en réalité 1200 molécules.



L'énergie nécessaire à cette dissociation est la chaleur qu'absorbent les corps en se dissolvant et que l'on appelle chaleur d'ionisation

La proportion des molécules dissociées par rapport aux molécules non dissociées, varie avec le degré de dilution. La dissociation croît avec la dilution. Dans

les solutions très étendues toutes les molécules peuvent être dissociées.

Suivant la constitution des corps en dissolution les ions ont une composition variable mais toujours constante pour chaque corps dissous.

Dans la solution NaCl, l'ion Na et l'ion Cl sont tous les deux monoatomiques.

Dans la solution de $\text{SO}^4 \text{Na}^2$, le radical acide conserve dans le groupement initial SO^4 ; c'est un ion biatomique. Le cation Na reste monoatomique.

Dans la solution des corps de composition complexe, tel que la cocaïne $\text{C}^{17} \text{H}^{22} \text{AzO}^4 \text{Cl}$, l'anion Cl est monoatomique, tandis que le cation $\text{C}^{17} \text{H}^{22} \text{AzO}^4$ est polyatomique.

Quant on fait passer un courant électrique à travers une solution ionisée, on assiste à un double mouvement d'ions dans le sens opposé : les uns remontent le courant, les autres descendent. Les ions électro-positifs descendent de l'anode vers la cathode; les ions électro-négatifs remontent de la cathode vers l'anode.

Arrivés au contact des électrodes, les ions perdent leurs charges respectives et cet apport continue des charges vers l'électrode constitue le courant électrique lui-même.

Le courant électrique ne sert donc en réalité qu'à orienter les différents ions, à les diriger dans l'un ou

l'autre sens, mais non à les engendrer puisqu'ils pré-existent dans la solution avant tout passage du courant.

Ainsi s'éclaire l'intime mécanisme de l'électrolyse inséparablement lié à l'ionisation qui en est la condition première. Ainsi, on le verra, apparaît plus précis le problème de l'introduction des substances médicamenteuses dans l'organisme. Dédoublément ou inisation de la molécule, orientation des ions, attraction polaire, migration interpolaire (à travers l'organisme), telles sont les phases successives de l'électro-ioniation essentiellement distinctes de la cataphorèse.

Que se passe-t-il avec l'ion, une fois sa charge abandonnée ? Il revient à l'état de simple atome ou de radical avec ses caractères physiques propres et ses aptitudes chimiques régulières. Dépouillé de sa charge, qui suffisait à satisfaire son affinité, il tend invinciblement à contracter des combinaisons nouvelles avec les corps en présence. Dans la solution de NaCl, que nous avons l'habitude de prendre pour exemple, le cation Na s'empare de l'hydroxile OH pour former de la soude Na O H (1), tandis que l'anion Cl formera, avec l'H, de l'acide chlorhydrique (2).

(1) $2 \text{ Na} + 2 \text{ H}_2\text{O} = 2 \text{ Na OH} + 2 \text{ H}$.

(2) $2 \text{ Cl} + \text{H}_2\text{O} = 2 \text{ H Cl} + \text{O}$.

Les choses se passent de la sorte lorsque les électrodes sont formées d'une substance inattaquable comme le platine, l'or, le charbon. Il n'en est pas ainsi avec les électrodes attaquables : cuivre, zinc, étain. Dans ces cas, les ions, libérés de leurs charges, attaquent le corps de l'électrode en formant des composés variables avec la nature de l'électrode et la composition de l'électrolyte.

Ces réactions chimiques ne s'effectuent qu'au niveau du pôle positif, lieu où se dégage le radical acide seul apte à réagir sur les corps métalliques en présence. Au pôle négatif, au contraire, les produits basiques dégagés restent sans action sur le métal de l'électrode.

Examinons ce qui se passe lorsqu'on introduit notre organisme dans le circuit d'un générateur électrique. Les phénomènes sont variables suivant la région considérée : au point d'application des pôles (action polaire) au voisinage des pôles (action péripolaire) ; dans les régions éloignées des pôles (action interpolaire).

Pour plus de brièveté nous n'envisagerons que l'action polaire. Au point de vue qui nous occupe, l'organisme peut être considéré comme une solution des électrolytes de composition complexe séparée par des parois perméables. Mais la richesse de NaCl , dans les liquides de l'organisme est tellement prépon-

dérante, que, pratiquement, c'est avec ce sel qu'on a affaire dans les applications de l'électroionisation.

Voyons donc ce qui se passe au contact immédiat des pôles. Les phénomènes varieront avec la nature de l'électrode :

1° Avec les électrodes en métal inattaquable on observe les actions suivantes :

a) Effets primaires : à l'anode, on constate le dégagement des radicaux acides ou halogènes des liquides de l'organisme ; à la cathode, le dégagement des métaux alcalins.

b) Effets secondaires : les ions dégagés ayant perdu leurs charges, agissent comme éléments chimiques : les anions, agissant comme anhydride, attaquent les tissus, leur enlèvent de l'hydrogène et dégagent de l'oxygène. Les cations prennent aux tissus un radical hydroxyle et dégagent de l'hydrogène.

c) Effets tertiaires : les composés ainsi formés tels que : l'acide chlorhydrique à l'anode, la soude à la cathode, agissent alors, à leur tour, sur les tissus et se comportent comme le feraient les solutions électrolytiques de $H\ Cl$ et de $Na\ O\ H$. Les réactions ainsi produites ont été étudiées par Bergonié sous le nom des effets tertiaires.

2° Avec les électrodes en métal attaquable, les effets

seront différents : à la cathode, lieu où se forment les produits basiques inaptes à réagir sur le métal, les effets sont identiques à ceux que nous venons d'exposer pour les électrodes inattaquables. A l'anode, au contraire, les corps dégagés forment, avec l'électrode, des produits nouveaux. « En pratique, il se formera un oxychlorure du métal considéré ; mais cet oxychlorure, qui imbibera plus ou moins la peau ou la muqueuse sur laquelle l'électrode est appliqué, se dissolvant dans l'eau des tissus, s'ionisera, puis subira les lois de l'électrolyse et l'ion métal pénétrera dans les tissus pour se diriger vers le pôle négatif (1) ».

3° Avec les électrodes formés d'une solution électrolytique. Ici on assiste « à un échange ionique aux surfaces de séparation du corps et des électrodes électrolytes ; à l'anode le corps abandonne les anions et reçoit les cations ; à la cathode le corps abandonne les cations et reçoit les anions ».

« Représentons le corps par une solution de NaCl et les électrodes par une solution de IK. Par le passage du courant tous les cations avancent vers la cathode, les anions vers l'anode et l'on voit que les

(1) Ionothérapie électrique, par MM. DELHERM et LAQUERRIÈRE, 1908.

ions potassium pénètrent dans le corps à l'anode, les ions iode à la cathode.

Schéma de l'introduction électrolytique d'un corps composé binaire :

Positif	+	+						+	+	Négatif
	K.	K.	+	+	+	+	+	K.	K.	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	I.	I.	Cl	Cl	Cl	Cl	Cl	I.	I.	
Anode		Corps					Cathode			

Avant le passage

Positif			+	+	+	+	+	+			Négatif
			K.	K.	Na	Na	Na	Na	Na	K.	K.
			—	—	—	—	—	—	—	—	—
	I.	I.	Cl	Cl	Cl	Cl	Cl	I.	I.		

Après le passage du courant

(LELUC)

Mais les réactions varieront suivant que les électrodes seront formées de solutions d'acides, de bases, de sels.

En désignant par R les radicaux acides ou halogènes, par M les métaux agissant comme bases, nous pourrions représenter la molécule d'acide par la formule $\begin{smallmatrix} R & H \\ - & + \end{smallmatrix}$ celle de base par $\begin{smallmatrix} M & OH \\ - & + \end{smallmatrix}$ celle de sels par $\begin{smallmatrix} R & N \\ - & + \end{smallmatrix}$ on peut représenter ainsi le mécanisme de pénétration des ions, avec les différents électrolytes.

ACIDES

Avant le passage du courant	Anode			Corps				Cathode	
	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	H.	H.	Na	Na	Na	Na	H.	H.	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	R	R.	Cl	Cl	Cl	Cl	R.	R.	

Après	{			+				+	+	+	
				H.	H.	Na	Na	Na	Na	H.	H.
		—	—	—					—		
		R.	R.	Cl	Cl	Cl	Cl	Cl	R.		

BASES

	Anode		Corps				Cathodé	
Avant	+	+	+	+	+	+	+	+
	M.	M.	Na	Na	Na	Na	M.	M.
	—	—	—	—	—	—	—	—
	OH.	OH.	Cl	Cl	Cl	Cl	OH.	OH.

Après	{		+	+	+	+	+	+	+	+	+
			M.	M.	Na	Na	Na	Na	M.	M.	
			—	—	—	—	—	—	—	—	—
		OH.	OH.	Cl	Cl	Cl	Cl	OH.	OH.		

SELS

	Anode			Corps			Cathode		
Avant	+	+	+	+	+	+	+	+	
	M.	M.	Na	Na	Na	Na	M.	M.	
	—	—	—	—	—	—	—	—	
	R.	R.	Cl	Cl	Cl	Cl	R.	R.	

Après	{		+	+	+	+	+	+	+	
			M.	M.	Na	Na	Na	N	Ma.	M.
		—	—	—	—	—	—	—	—	—
		R.	R.	Cl.	Cl	Cl	Cl	R.	R.	

Matériel et conditions opératoires

SOURCES DU COURANT.

La pratique de l'électroionisation, en thérapeutique dentaire, n'exige point d'installation compliquée.

Toutes les sources du courant continu peuvent être utilisées, à condition que celui-ci soit constant et régulier.

Le courant de ville est la source de prédilection : c'est celle dont nous nous sommes le plus servi, et cela avec une régularité et une sécurité qui ne s'est jamais démentie.

La tension trop élevée, que certains auteurs redoutent, peut être facilement réduite à volonté par des appareils appropriés : rhéostat et réducteur de potentiel. Les appareils de Klingelfus, spécialement faits pour l'usage du dentiste, offrent toutes les conditions de commodité et de simplicité désirables.

Dans les démonstrations d'électroionisation, que nous avons faites à l'Ecole dentaire de Paris, nous avons utilisé une *batterie de piles* de 24 éléments au bisulfate de mercure de Chardin. Un système de collecteur, adapté à l'appareil était destiné à amortir la

brusque secousse résultant du passage d'un élément à l'autre. Malgré l'usage du collecteur, nous avons constaté toutes les fois qu'un nouvel élément était introduit dans le circuit, une secousse, bien supportée par certains malades, très mal tolérée par d'autres, mais, en somme, toujours passablement pénible. Nous avons cherché à remédier à cet inconvénient en intercalant dans le circuit le rhéostat de Bergonié. Après quelques tâtonnements, nous sommes parvenus à pouvoir élever progressivement l'intensité sans aucune interruption, ni secousses désagréables.

La *batterie d'accumulateurs* sera, selon nous, d'un usage exceptionnel. On ne devra y avoir recours que lorsque le courant urbain sera particulièrement instable et ne saurait être sans danger directement utilisé.

Etant donné les très faibles dimensions des électrodes que l'on emploie en thérapeutique dentaire et par suite de la densité très élevée du courant, étant donné aussi la grande sensibilité des tissus dentaires, il est de la première nécessité de disposer d'appareils très sensibles permettant d'augmenter graduellement la force électromotrice. Le *rhéostat* et le *réducteur de potentiel* sont les deux dispositifs utilisés. Par les premiers, la force électromotrice restant invariable, on introduit dans le circuit des résistances de moins en moins fortes. L'intensité s'accroît alors progressivement conformément à la formule $(i) = \frac{E}{R}$.

Les seconds, au contraire, agissent sur la force électromotrice E, qu'ils augmentent petit à petit, la résistance R restant constante.

L'appareil de Klingelfus est muni d'un rhéostat fixe pouvant fournir une tension de 1 à 40 volts et d'un régulateur de précision du courant ou volts électeur différentiel breveté permettant d'élever progressivement les intensités d'une manière parfaitement régulière.

L'emploi du milliampèremètre est non moins indispensable. Seul il peut renseigner d'une manière exacte si le courant passe et quelle est son intensité. Il doit être plus sensible que ceux habituellement utilisés dans les applications médicales et pouvoir indiquer les dixièmes ou tout au moins les cinquièmes de milliampères. Par contre il peut ne point dépasser cinq milliampères, intensité maxima pour les applications dentaires. Les appareils schuntés nous paraissent particulièrement recommandables.

La question des *électrodes* mérite une attention particulière. Nous ne sommes pas de l'avis de ceux qui pensent qu'un seul et même électrode suffit dans tous les cas. La classique pointe avec boule de platine à l'extrémité, peut bien suffire dans les petites cavités ; mais dans les cavités volumineuses l'électrode doit avoir des dimensions en rapport avec l'étendue de celle-là. Lorsqu'il s'agit d'anesthésier de larges surfaces, comme dans la préparation des

dents pour les couronnes en or, on aura recours à une électrode se terminant par une lamelle malléable pouvant s'adapter à toute la surface à anesthésier.

En principe, il faut se servir d'électrodes aussi larges que possible.

On dissémine de la sorte, sur une plus large surface, l'action du courant et l'on diminue corrélativement des effets irritants, tout en assurant une pénétration plus égale de l'agent anesthésique.

La nature de l'électrode, le métal dont il est formé, n'est pas moins important à considérer. Je me suis livré à une série d'expériences qui m'ont amené à la conclusion que le platine est le métal le moins souvent indiqué pour l'anesthésie de la dentine.

Une des difficultés dans la pratique de l'anesthésie électrolytique de la dentine est l'extrême résistance de celle-ci au passage du courant. Il arrive parfois, qu'avec toute la tension disponible, on peut à peine noter une intensité de 2 dixièmes de m. A. Dans ces conditions, il importe de disposer d'un conducteur qui, par sa nature propre, ne contribue pas à élever la résistance totale. Or le platine est précisément le plus résistant. En expérimentant sur la même dent, dans la même cavité, avec une même force électromotrice et même surface de section de l'électrode nous avons constaté des notables différences d'intensité du courant en rapport avec le métal employé.

Ainsi la force électro-motrice et toutes les autres

conditions étant comparables, nous avons obtenu les intensités suivantes :

Avec l'électrode en Zinc.....	1	milliampère
Etain.....	0,9	—
Cuivre.....	0,8	—
Meilchior.....	0,8	—
Argent.....	0,75	—
Or.....	0,6	—
Platine.....	0,4	—

Il s'agit ici uniquement de l'électrode positive, la seule à considérer dans l'anesthésie cocaïnique.

Aussi j'utilise, suivant la résistance que je rencontre, les électrodes en platine, en meilchior, ou en zinc.

Le meilchior et le zinc sont légèrement attaqués par le produit de l'électrolyse de la cocaïne, mais, vu la faible intensité du courant et le peu de durée de son application, les substances nouvellement formées, n'influent pas sur le résultat final.

Le Dr Raymond Brillouet, dans sa thèse : « les ions et particulièrement l'ion iode » ne se montre pas partisan de l'électrode en platine. « Examinons, dit-il, ce qu'il arriverait par l'emploi de métaux inattaquables comme le platine et des solutions de chlorure de sodium : à l'anode une partie de chlore au lieu de se dégager à l'état d'élément donne avec l'eau la réaction suivante :



A la cathode avec le sodium nous avons de même :



Deux nouveaux électrolytes se seront donc formés, c'est-à-dire des ions nouveaux, puisqu'ils sont dissous : à l'anode l'ion H se dirigera vers la peau, l'ion Cl vers le platine ou il pourra recommencer les mêmes réactions ; à la cathode l'ion OH ira vers la peau, l'ion Na vers le métal. Or ces ions H et OH, surtout le premier, sont très caustiques et de plus se déplacent relativement vite à travers les solutions sous l'influence de la force électromotrice et de de la pression osmotique qui résulte de leur production continue. (D'après les mesures de Kohrausch ce sont d'ailleurs les ions les plus rapides). »

L'électrode négative n'étant jamais attaquée par les produits alcalins qui se dégagent à son niveau, la nature du métal dont il est formé reste indifférente ; de plus son coefficient de conductibilité propre n'exerce aucune influence sur les résistances et par suite sur l'intensité à réaliser.

Quant à l'électrode indifférente, et pour l'anesthésie cocaïnique c'est toujours la négative, nous nous servons invariablement d'une plaque d'étain recouverte d'une grosse peau de chamois que nous attachons au moyen de lacs à la face dorsale de la main plus perméable que la face palmaire. Nous rejetons

comme défectueux le procédé qui consiste à tenir dans la main un cylindre métallique entouré d'une serviette mouillée. La main se fatigue vite, le contact est irrégulier et il en résulte des oscillations dans l'intensité très préjudiciable au succès de l'opération.

CONDITIONS OPÉRATOIRES.

Une condition capitale dans la pratique de l'électroionisation réside dans l'*exclusion complète de la salive*. La salive dilue et entraîne la solution active, elle en vicie la composition elle dévie le courant vers les tissus plus conducteurs que la substance de la dent.

La pose de la digue serait donc de rigueur toutes les fois que ce sera possible. Pourtant la digue n'est pas toujours indispensable et nous avons plus d'une fois obtenu de bons résultats en isolant la dent à l'aide de serviettes soigneusement adaptées. Pour les caries du collet où la pose de la digue est souvent malaisée, l'emploi de serviettes sera d'un grand secours.

La substance qui nous paraît convenir le mieux pour produire l'anesthésie des tissus dentaires est une solution aqueuse de cocaïne. Nous avons essayé sur nous-même un certain nombre d'autres substances : la nirvanine, l'orthoforme, la stovaïne, l'eucaine, aucune

ne nous a donné de résultats comparables à ceux fournis par la cocaïne.

J'ai voulu me rendre compte de la valeur de certains dissolvants, tels que l'alcool, la glycérine, le salicylate de méthyle, le gaiacol préconisés par différents auteurs. *A priori* ces corps non conducteurs ne me paraissaient pas indiqués. Mes expériences sont venues confirmer les prévisions. Pourtant le gaiacol m'a paru jouir de certaines propriétés intéressantes. Le gaiacol n'est point réfractaire au passage du courant ; il s'en laisse traverser mais lentement et les intensités s'accroissent peu à peu insensiblement. Il exercerait les pouvoirs d'un réducteur de potentiel ou de rhéostat ; j'ai pu en me servant de ce liquide mettre en mouvement d'emblée toute la force électromotrice disponible. L'anesthésie obtenue ainsi est complète, profonde et peut-être plus durable qu'avec la solution aqueuse, mais le temps nécessaire pour la produire est un peu plus long. Il a sur la solution aqueuse l'avantage d'être moins irritant. C'est un véhicule assurément utile particulièrement dans les cas hypersensibles où la résistance de la dentine est relativement faible.

Quel que soit la substance dont on veut se servir il est bon que la solution ne fuse pas au-delà de la cavité. Les boulettes de coton m'ont paru convenir le moins pour cet usage, justement parce que une fois gonflées elles cèdent facilement le liquide qui

déborde l'orifice de la cavité. Je me sers donc pour porter la solution dans la cavité de petits carrés de peau de chamois découpés selon les dimensions convenables : la peau absorbe moins, gonfle moins et retient mieux le liquide sous la pression de l'électrode métallique.

La forme de l'électrode devrait, nous l'avons dit, épouser le mieux possible le creux de la cavité. Sur les grosses molaires, où souvent les caries multiples sont disséminées au fond des sillons, il est bon de se servir d'électrodes multipolaires, c'est-à-dire terminées par deux ou trois pointes. Un moyen très simple consiste à diviser en deux ou trois branches une lamelle de zinc ou de melchior chaque branche pouvant servir de pôle isolé. Pour la désinfection des canaux radiculaires l'électrode devrait avoir une forme éfilée afin de pénétrer jusqu'à et à travers de l'extrémité de la racine. Enfin des électrodes cylindriques en fil de zinc de différents diamètres seront utilisées dans le traitement des trajets fistuleux d'origine alvéolo-dentaire.

Le zinc en lame et en fil se prête aisément à toutes ces applications, il est suffisamment rigide et malléable tout à la fois ; on peut lui imprimer avec une simple pince toutes les formes voulues. Son usage nous paraît donc particulièrement recommandable.

Il y a intérêt et dans certains cas il est indispensable de tenir l'électrode immobile dans la cavité. En cette

occurrence les porte-électrodes automatiques offrent des grands avantages.

Mais leur utilisation n'est pas toujours aussi aisée étant donné les multiples positions que doivent occuper les électrodes. On aura donc très souvent l'occasion de recourir à la rétention manuelle; cela est moins commode, quelque peu fatigant, mais il faut s'y résigner. En revanche on peut de la sorte mieux suivre la marche de l'anesthésie, mieux graduer les intensités et atteindre le résultat final plus sûrement et souvent en moins de temps.

Certains auteurs prétendent que les moindres oscillations imprimées à l'électrode sont douloureuses pour le patient. J'avoue ne l'avoir constaté que dans de cas d'exceptionnelle sensibilité où toutes les précautions à prendre sont de rigueur. D'habitude au contraire on peut sans inconvénient déplacer l'électrode, lorsqu'il est petit, d'un point à l'autre de la cavité sans causer la moindre souffrance.

Il est une règle fondamentale dans la pratique de l'électroionisation qu'il importe de ne jamais oublier : *l'intensité du courant doit être augmenté lentement et graduellement*. En effet l'action du courant est irritante d'autant plus que l'intensité est introduite brutalement. C'est au début surtout que l'observation de cette règle s'impose rigoureusement. En agissant avec douceur on peut par contre arriver à

faire supporter au malade des intensités considérables.

Les auteurs qui se sont occupés de la question ne sont point d'accord sur la *durée de l'application nécessaire pour obtenir une bonne anesthésie*. Notre expérience personnelle qui porte sur des centaines d'observations prouve que ce temps est essentiellement variable suivant la texture de la dent, l'étendue et la profondeur de la cavité et aussi suivant l'impressionnabilité générale du sujet. En vérité on doit considérer deux phases distinctes dans la marche de l'anesthésie. Une phase initiale qui se traduit par une réaction douloureuse des tissus et une phase finale caractérisée par l'absence de tout phénomène de douleur. C'est surtout dans la phase initiale que la durée ne saurait être toujours la même, l'impression irritante se prolonge plus ou moins suivant les sujets. Schématiquement on peut dire que dans des cas simples le temps d'application (y compris les deux phases) serait de huit à dix minutes ; pour des cas plus compliqués il faut aller jusqu'à un quart d'heure. Aussi sommes-nous quelque peu surpris de trouver dans le tableau du D^r Pont des observations dans lesquelles l'anesthésie parfaite a été obtenue dans deux minutes avec une intensité de 2 dixièmes de milliampère. Il est vrai que un certain nombre de ces observations lui furent fournies par M. Choquet, en sorte que l'on ne sait à qui attribuer la paternité de ces

observations. Par contre, nous avons trouvé l'observation du D^r Ollagnier, dans la même thèse de M. Pont plus conforme avec le résultat de notre expérience personnelle.

Dans ce cas particulièrement difficile où l'application a été faite en quatre reprises différentes, il a fallu seize minutes pour obtenir l'anesthésie. En somme il faut compter une dizaine de minutes en moyenne pour obtenir un bon résultat.

Anesthésie de la dentine dans la carie de deuxième degré.

Le traitement de la carie de la dentine, dite de second degré, mérite l'attention la plus sérieuse de la part du dentiste.

Et d'abord c'est la lésion la plus fréquente qu'il ait et qu'il aura surtout à soigner dans l'avenir.

Lorsque le grand public, plus initié aux choses de l'hygiène buccale, comprendra mieux la valeur physiologique et sanitaire d'un appareil dentaire bien conservé, il n'attendra plus que les lésions soient devenues irréparables et ira voir le dentiste au premier signal du mal.

Mais, point capital, la carie de la dentine est la lésion où l'œuvre curative de l'opérateur peut s'exercer d'une façon complète et définitive.

Dans le traitement de la carie profonde il y a toujours une part de l'inconnu que l'on ne saurait mesurer d'avance. Peut-on affirmer qu'une carie de 4° degré ou de même de 3°, traité de la meilleure façon ne nous amènera pas un jour quelques surprises désagréables ? La moindre défaillance d'asep-

sie, d'antisepsie dans le traitement de la carie de 3^e degré peut suffire pour entraîner de sérieuses complications alvéolaires. Quant aux formes profondément infectées qui donc pourrait en garantir la guérison certaine.

Tout autre est la carie de la dentine. Ici nous pouvons, nous devons arrêter avec certitude le mal, et en empêcher l'extension ultérieure.

La dentine est un tissu d'une structure particulière qui n'a point d'analogue dans l'économie. Sa constitution anatomique, sa physiologie est très spécialisée et en quelque sorte autonome. Fortement minéralisée, dépourvue d'éléments vasculaires, ce tissu participe peu aux grandes fluctuations générales de l'organisme. Du moins il n'existe aucune preuve certaine attestant que la dentine, une fois sa formation achevée subit profondément la répercussion des grands troubles de l'organisme. La pression esmotique qui à travers les fines canalicules assure la nutrition des tissus, doit s'exercer avec une grande lenteur.

Cette haute différenciation anatomique et physiologique détermine sa pathologie particulière. La carie de la dentine, lésion infectieuse locale évolue sans le moindre retentissement sur l'organisme. Personne n'a jamais observé une réaction ganglionnaire, une infection alvéolaire provoquée par une carie de second degré. Plus encore que sa physiologie, la pathologie de la dentine est autonome. La carie de la

dentine ne devient un facteur morbide général que lorsqu'elle arrive à intéresser la pulpe dentaire. La est le grand danger qu'il importe d'éviter à tout prix.

Lorsque seule la dentine est atteinte, la tâche de l'opérateur est précise et définie. Il faut enlever complètement les tissus altérés, les tissus infiltrés ; bien mieux, il faut couper jusque dans les tissus sains afin de prévenir la récurrence. Cette notion est capitale. Black l'a exprimé dans une formule devenue célèbre : « Extension for prevention ». Mais bien avant Black, le grand chirurgien Ollier a affirmé le même précepte : « La chirurgie la plus conservatrice, a-t-il dit, est celle qui enlève le plus ».

On peut dire que lorsque l'infection a pénétré dans la pulpe dentaire l'évolution ultérieure de l'élément septique nous échappe dans une certaine mesure. Cela dépend de la nature du germe, de sa virulence, des conditions de résistance organiques du sujet, et aussi des conditions anatomiques de la pulpe et de la racine infectée. Il est bien évident que chez les enfants, à l'époque de formation dentaire, quand les racines sont incomplètement constituées et l'extrémité radiculaire béante, l'extension et la généralisation de l'infection pulpaire a plus de chance de se produire que chez une personne âgée, avec pulpe atrophiée et orifice apical très réduit.

Il faut bien établir ce fait : la carie dentaire est une affection nettement superficielle et localisée lorsque

seule la dentine est atteinte ; elle devient une affection profonde et généralisable lorsque la lésion se propage sur la pulpe.

On objectera que les exemples de généralisation sont exceptionnels. J'y consens ; mais il suffit qu'ils aient été signalés, qu'ils puissent se produire pour attirer l'attention de l'opérateur. Mais à supposer que les complications infectieuses ne se propagent pas au-delà de la région alvéolaire où elles se fixent sous forme de foyer circonscrit, peut-on ne pas envisager le rôle des produits morbides, des toxines élaborées, absorbés sur place ou versés dans le torrent circulatoire.

Le rôle, le devoir du dentiste se trouvent ainsi nettement tracés : *surprendre la carie à la période où seule la dentine est atteinte ; lutter contre la propagation de la carie vers la pulpe.*

Nous avons indiqué par l'emploi de quels moyens on peut atteindre ce résultat. Justement c'est là où commence la difficulté.

En effet, la dentine est un tissu d'une grande sensibilité ; son excision est toujours douloureuse, souvent intolérable ; d'où l'importance de l'anesthésie de la dentine aussi indispensable en chirurgie dentaire que l'anesthésie générale dans l'exercice de la grande chirurgie.

Il n'est pas sans intérêt d'examiner les différents moyens recommandés pour l'anesthésie de la den-

tine. La grande variété des procédés est la meilleure preuve de leur efficacité relative.

On les divise en trois groupes : mécaniques, physiques, chimiques.

Procédés mécaniques. — Dans ce groupe, il faut ranger l'usage des instruments coupants bien effilés ; on abrège de la sorte le moment douloureux, on ne le supprime pas.

Procédés chimiques. — La plupart des substances utilisées agissent en coagulant la matière albuminoïde des fibrilles : tels sont le chlorure de zinc, le nitrate d'argent, l'acide phénique. Leur action est toute superficielle, le *coagulum* formé au point d'application empêche la pénétration du médicament dans la profondeur du tissu. De plus, le nitrate d'argent donne une coloration noire indélébile ; le chlorure de zinc concentré est extrêmement douloureux, souvent intolérable : à proximité de la pulpe, et chez les jeunes personnes son application est dangereuse.

La créosote, le gâïacol, l'eugénol calment la douleur exaspérée mais n'anesthésient pas la dentine.

Le caustique de Robinson : potasse caustique et acide phénique à partie égale est d'une action toute superficielle ; dans les cavités de sensibilité moyenne et peu profonde son emploi peut rendre quelques services.

L'acide azotique, chromique, l'acide sulfurique co-cainé ont été préconisés : ce sont des agents de destruction et non d'anesthésie.

L'acide arsénieux possède des propriétés remarquables : il supprime complètement la sensibilité de la dentine, mais il supprime non moins complètement la vitalité de la pulpe. Son emploi pour cet usage est universellement proscrit.

Il y a quelques années le Dr P. Robin préconisa une pâte composée de trioxyméthylène, d'oxyde de zinc et de créosote. Dans des caries superficielles son emploi nous a donné des bons résultats ; mais nous avons eu aussi des gros déboires, par lésions pulpaires, toutes les fois que la carie était d'une certaine profondeur. Ajoutons que le trioxyméthylène est un médicament irritant et son séjour dans la cavité pendant 24 heures est souvent très douloureux.

Plus récemment, le Dr Audy a publié une étude sur l'action anesthésique du chlorydrate d'érythropléine. Nous l'avons expérimenté et il nous a paru que son action sur la pulpe serait bien plus pernicieuse que ne le suppose le Dr Audy. Les poussées de périodontite que nous avons maintes fois observées témoignent de son action profonde au-delà du tissu de la dentine. C'est un médicament utile dans les cavités superficielles, nullement dans les cavités profondes.

L'injection intra-gingivale de la cocaïne a été mise

à profit par M. Touchard. Ce procédé peut assurément provoquer l'anesthésie de la dentine, mais les dangers inhérents à la pratique des injections de cette substance, surtout dans la station assise du malade, nous paraissent devoir en faire un moyen d'exception.

Agents physiques. — L'action du froid (chlorure d'éthyle), de la chaleur (thermo de galvano-cautère) furent tour à tour préconisés. Ceux qui connaissent l'impressionnabilité thermique de la dentine s'expliquent la raison de l'insuccès de ces procédés.

La dessiccation de la dentine par l'air chaud est au contraire beaucoup plus efficace ; c'est aussi le plus généralement employé. Pourtant nous l'avons très souvent trouvé en défaut même en nous servant d'un appareil donnant un courant d'air à température constante et bien graduée. Quant à la classique poire à air chaud, c'est l'instrument le plus insupportable et le moins approprié à cet usage.

Tels sont sommairement exposés les moyens mis en œuvre pour provoquer l'anesthésie de la dentine. Les uns n'agissent qu'en altérant plus ou moins profondément la pulpe centrale ; les autres joignent à leur action nocive sur l'organisme une efficacité incomplète ; d'autres enfin procurent une simple atténuation de la douleur, mais ne l'abolissent point. La plupart exigent des pansements à demeure de 24 ou

même 48 heures. Aucun n'assure des résultats aussi constants, profonds, immédiats que ceux fournis par l'électroionisation.

Pour pratiquer l'anesthésie électroionique avec un succès toujours égal il est un certain nombre de règles qu'il importe d'observer. Il est utile et parfois indispensable de se faire assister par une personne familière avec le maniement de l'appareil. La tâche de l'opérateur est d'être en observation constante de la marche de l'anesthésie ; celle de l'assistant, de graduer le courant selon les indications de l'opérateur. On arrive de la sorte non seulement à conduire l'anesthésie d'une façon plus régulière et plus profonde mais aussi à économiser du temps.

Pendant que l'opérateur s'occupe à fixer la digue et à préparer sommairement la cavité, l'assistant met l'appareil en état. Tout doit être prêt : rhéofores, électrodes, petits carrés de peaux de chamois, solution de chlorydrate de cocaïne à 30 ou 40 p. 100 fraîchement préparée, pompe à salive, etc.

Suivant la forme, l'étendue, la profondeur de la lésion on peut distinguer trois cas différents :

a) Cavités très superficielles ou simplement surfaces hypersensibles (usure mécanique des surfaces coupantes et triturantes, abrasion mécano-chimique aux collets).

b) Cavités de profondeur moyenne suffisamment distantes de la chambre pulpaire.

c) Cavité avoisinant la pulpe.

Etudions la conduite de l'anesthésie dans chacun de ses cas particuliers.

Anesthésie des régions superficielles de la dentine.

— Le fait caractéristique de cette forme est la grande résistance du tissu au passage du courant. Les effets irritants de l'abrasion mécanique se traduit par une suractivité fonctionnelle de la pulpe entraînant une hyper-minéralisation de la dentine : d'où conductibilité électrique très réduite.

Pour forcer la cocaïne dans la profondeur du tissu aussi compact nous utilisons une tension élevée 30, 35, 40 volts. Notre électrode est en zinc, deux fois plus conducteur que le platine ; la surface d'application de l'électrode est aussi large que possible. L'électrolyte anesthésique est une solution de chlorhydrate de cocaïne de 30 p. 100 dans l'eau distillée.

Certains auteurs ont recommandé l'usage de l'eau salée afin de diminuer la résistance de la dentine. Une telle pratique est non seulement inutile mais encore nuisible, car dans ce cas ce n'est pas l'ion cocaïne qui est introduit mais surtout l'ion sodium plus petit et plus diffusible.

En agissant ainsi, nous arrivons progressivement à forcer l'absorption et élever l'intensité à 2, 3, 4 dixièmes de milliampère.

Les dents atteintes de ces lésions manifestent une

grande sensibilité à l'action du courant, ce qui est d'autant plus à considérer que l'on est forcé de mettre en mouvement des hautes tensions. Il est donc nécessaire d'élever graduellement le voltage et l'ampérage, s'arrêtant dès que le patient accuse de la sensibilité, augmentant de nouveau quand l'impression pénible disparaît. Pour les cas de ce genre 10, 12, 15 minutes peuvent être nécessaire pour obtenir une bonne anesthésie.

Anesthésie des cavités de profondeur moyenne. —

Ce sont les cas où l'anesthésie est obtenue le plus facilement avec le minimum de temps.

Après avoir mis la digue on introduit dans la cavité, préalablement débarrassée des matières étrangères qu'elle contenait, un petit carré de peau de chamois imbibé de la solution de cocaïne. On choisit un électrode de forme convenable, électrode en melchior de préférence, que l'on applique sur le carré de peau en pressant doucement et sans effort. On commence par une tension de 15 volts que l'on peut augmenter progressivement jusqu'à 25, pendant qu'on élève à l'aide du volt-sélecteur l'intensité du courant.

Presque toujours la perméabilité de la dentine permet d'obtenir facilement l'intensité nécessaire pour une bonne anesthésie. Il est inutile d'aller au-delà de 4 à 5 dixièmes de milliampère. Plus encore que

dans la forme précédente, il importe de doser graduellement la tension et l'intensité, la sensibilité étant plus grande à mesure que la cavité augmente de profondeur. D'une manière générale 7 à 8 minutes suffisent, la phase initiale d'irritation étant presque toujours de 4 minutes environ. La durée de l'anesthésie confirmée varie de 8 à 10 minutes.

Anesthésie des cavités avoisinant la pulpe. — La proximité de la pulpe commande des précautions particulières.

Deux facteurs sont ici à considérer : la perméabilité élevée de la dentine ; la grande sensibilité de ce tissu au passage du courant. Afin d'atténuer cette double difficulté, nous estimons avantageux, contrairement à la pratique de certains auteurs, de ne pas excaver, avant l'application du courant, les portions ramollies de la dentine. En agissant ainsi nous épargnons aux patients la souffrance causée par cette excision, nous atténuons l'action directe et brutale de l'énergie électrique sur la pulpe voisine, et nous favorisons la diffusion de l'anesthésie qui autrement se ferait dans un point limité, plus voisin de la pulpe — centre de moindre résistance.

Nous nous servons de préférence d'une solution de chlorydrate de cocaïne dans le gaïacol. Le gaïacol a ici le grand avantage d'amortir l'action irritante du courant, il sert en quelque sorte de résis-

tance complémentaire qui diminue peu à peu, sans secousses désagréables ni impressions douloureuses. De plus, l'action antiseptique de gaïacol se superpose à l'action anesthésique et accroît le mérite du procédé. Plus que dans les autres formes il faut opérer lentement. D'ailleurs la résistance étant moindre, il faut une moindre tension et des plus faibles intensités. Avec une force électromotrice de 15 volts une intensité de 3 dixièmes de milliampère. Il faut environ 9 à 10 minutes pour obtenir une bonne anesthésie.

Une précaution importante se recommande dans la préparation de la cavité : l'anesthésie étant profonde, on peut facilement ouvrir la chambre pulpaire sans s'en apercevoir tout d'abord. Cet accident nous est arrivé plusieurs fois au début, aussi tenons-nous à le signaler.

Des nombreuses observations que nous possédons nous rapportons les cas les plus typiques. Nous les diviserons en trois groupes :

- 1° Cas simples ;
- 2° Cas de difficulté moyenne ;
- 3° Cas difficiles.

Cas simples

OBSERVATION 1

M. G., jeune homme de 19 ans, bien portant, mais très impressionnable, craignant tout ce qui est opération dentaire vient nous consulter au sujet d'une carie siégeant sur la face jugale de la deuxième molaire inférieure gauche. Cavité assez profonde avec une souche épaisse de dentine ramollie. La moindre tentative d'excavation est intolérable. Nous décidons de pratiquer de l'électroionisation.

La digue étant mise, j'attache l'électrode négative à la face dorsale de la main, le pôle positif en melchior dans la cavité. Celle-ci est tapissée dans toute l'étendue d'un carré de peau de chamois imbibé de solution aqueuse de chlorh. de cocaïne à 40 p. 100.

Après avoir réduit le courant urbain à une tension de 15 volts, et l'aiguille du volt-sélecteur étant à 0, je fais augmenter l'intensité très doucement en tournant la manette du volt-sélecteur, l'attention étant fixée sur l'aiguille du milliampèremètre, dont la légère déviation atteste que le courant passe. L'impression pénible qu'accuse le patient m'oblige à suspendre le mouvement de la manette jusqu'à la cessation de la douleur. Après une pause de quelques secondes, je recommence à élever l'intensité jusqu'à une nouvelle

sensation douloureuse. Nouvelle pause et ainsi de suite jusqu'à ce que l'aiguille du milliampèremètre marque au moins 3 dixièmes. Arrivé à ce point, j'attends cinq minutes après quoi je diminue progressivement l'intensité jusqu'à 0. En neuf minutes j'obtiens une anesthésie profonde.

Cas de difficulté moyenne

OBSERVATION II

Le 27 janvier dernier, je faisais une démonstration d'ionisation dans mon service, à l'Ecole dentaire de Paris. Il s'agissait d'un élève de l'Ecole, âgé de 18 ans, maladif, d'une grande excitabilité nerveuse. Il souffrait d'une carie de second degré de la première prémolaire inférieure gauche dont la sensibilité fut telle que le moindre contact de l'instrument était intolérable. C'est en vain que l'on essaya la plupart des moyens anesthésique de la dentine, on ne put parvenir à excaver la cavité en vue de l'obturation. Justement ce jour-là, M. T. faisait la démonstration du procédé d'anesthésie par l'injection intra-gingivale de la cocaïne. Le jeune homme s'empressa de s'offrir pour la démonstration. Mais, malgré deux injections qu'on lui fit, on ne peut pratiquer l'excision de la dentine à cause de la sensibilité restée toujours trop grande. De plus le jeune élève s'était senti indisposé toute l'après-midi et ne put rentrer chez lui qu'accompagné d'un de ses camarades.

C'est alors qu'il me fut amené quelques jours plus tard. J'opérai avec un appareil à piles, dépourvu de rhéostat simplement muni d'un collecteur. A chaque nouvel élément que je faisais introduire dans le circuit le jeune homme éprouvait une secousse que la grande sensibilité de la dentine et l'impressionnabilité du malade rendait au début de la séance passablement pénible. Il m'a fallu cinq minutes pour obtenir une intensité de cinq dixièmes de milliampère. Cinq minutes d'ionisation de plus (au total dix minutes) et j'ai pu facilement excaver la cavité, exciser les couches de dentine ramollies auparavant si douloureuses.

Lorsque tout le tissu altéré fut enlevé, la sensibilité reparut. Pour continuer la préparation de la cavité, j'ai dû faire une seconde application d'électricité pendant sept nouvelles minutes. L'anesthésie était alors parfaite et l'opération put s'achever dans des conditions excellentes.

Après l'opération, le jeune homme me disait se sentir tout à son aise.

Cas difficiles

OBSERVATION III

M^{lle} M., élève à l'Ecole dentaire de Paris, s'est adressée à son camarade V., pour lui aurifier plusieurs cavités très superficielles, disséminées dans les sillons de la surface triturante de la première molaire supérieure gauche. Pour faire l'aurification il fut décidé

de réunir en une seule les nombreuses cavités en présence. Mais il fallut renoncer à l'opération, l'hyperesthésie de la dentine était telle que le moindre contact de l'instrument était intolérable. Tous les moyens essayés pour supprimer la sensibilité sont restés infructueux.

Un jour, pendant que je faisais la démonstration d'ionisation, la jeune élève est venue m'exposer son cas. Nous décidâmes de procéder immédiatement à la préparation de la cavité.

Comme dans l'observation précédente le courant utilisé était fourni par une batterie de pile de 24 éléments. Je découpe un morceau de peau de chamois de dimension suffisante pour couvrir toute la surface triturante de la dent que j'imbibe d'une solution aqueuse de chlorhydr. de cocaïne à 40 p. 100, et je choisis une électrode en zinc de surface correspondante.

La première application a duré dix minutes. La résistance des tissus était telle qu'avec tous les 24 éléments mis en circuit, j'ai pu à peine atteindre un dixième de milliampère ; elle m'a permis de creuser légèrement et de mettre plus franchement la dentine à nu.

La sensibilité reparaissant j'ai réappliqué le courant encore pendant sept minutes ; la résistance était bien moindre, le galvanomètre marquant six dixièmes de milliampère avec 14 éléments. L'anesthésie obtenue était bonne, j'ai pu fraiser sans la moindre douleur, mais jusqu'à une certaine profondeur seulement.

Pour achever convenablement la préparation de la cavité en vue d'une aurification, une troisième application s'imposait. Elle a duré six minutes avec une intensité de sept dixièmes de milliampère. Le résultat était parfait et l'opération a pu se terminer dans les meilleures conditions.

L'ion zinc dans le traitement des foyers infectieux alvéolo-maxillaires

Le traitement des affections avéolo-maxillaires d'origine dentaire peut être réalisé par deux procédés différents.

L'un plus simple, plus facile, plus expéditif mais peu conforme aux intérêts véritables du patient consiste à extraire la dent, cause première de l'infection et à traiter ensuite le foyer alvéolaire par l'action chirurgicale directe.

L'autre, plus difficile, plus long, mais plus respectueux de la santé et de la conservation de l'appareil dentaire se propose de traiter simultanément la lésion initiale, la dent, et la complication secondaire osseuse et gingivale.

Les tendances de la dentisterie moderne sont nettement en faveur de la conservation de la dent primitivement atteinte. Mais on conçoit la difficulté du problème ainsi posé : comment atteindre le foyer profond d'une manière efficace et définitive ?

Deux voies d'accès se présentent à l'opérateur : la première, la voie naturelle, est celle qu'à suivi l'agent pathogène dans la marche de l'infection ascendante — c'est le canal dentaire ; la seconde, sera

la brèche opératoire pratiquée dans la paroi alvéolaire ouvrant largement la région malade.

Le procédé de trépanation de la paroi alvéolaire peut donner de bons résultats pour les dents uniradiculaires et situées dans la région facilement accessible de la bouche. Pour les dents multiradiculaires, ce procédé est d'une application difficile et parfois impraticable.

Mais alors même que les conditions anatomiques n'offrent point de sérieuses difficultés à l'exécution de cette opération, celle-ci n'en constitue pas moins une intervention sanglante qui ne saurait être utilisée d'une façon courante.

L'extraction de la dent malade avec greffe immédiate de celle-ci après curetage et désinfection du foyer, peut au même titre que l'opération précédente être mise à contribution dans un certain nombre de cas ; nous mêmes y avons eu recours en plus d'une circonstance avec de bons résultats.

Nous avons étudié expérimentalement (1) le mécanisme histologique de la consolidation des dents ainsi greffées et nous avons montré que si la reprise des éléments de connexion, la fixité de la dent, peuvent être atteints, elle n'est pas indéfinie ; la reconstitution intégrale des conditions primitives n'est jamais obtenue. Au bout d'un certain nombre d'années, toute la masse

(1) Recherches expérimentales sur le mécanisme de la consolidation dans la greffe dentaire, 1906.

formant la racine se trouve résorbée et remplacée par le tissu spongieux de l'os ; finalement la couronne se détache et tombe emportant un moignon informe, érodé de la racine.

Si à cette circonstance défavorable on joint le fait même de l'extraction, opération si peu appréciée des malades, on comprend que, malgré l'autorité des praticiens éminents, ce procédé n'a pas reçu une grande généralisation.

La méthode de choix serait évidemment celle qui, utilisant la voie naturelle du canal dentaire, réussirait à porter l'action curative au-delà de l'extrémité radiculaire dans la profondeur du foyer périodentaire. C'est bien aussi la voie qu'utilise la grande majorité des dentistes pour combattre les complications de cette sorte.

D'ordinaire, on cherche à introduire dans le foyer différentes substances antiseptiques. Les injections d'eau oxygénée, des solutions de permanganate de potasse, de formol, de chlorure de zinc, de phénosallyle, ont été mises à contribution. Associées au traitement antiseptique de la dent, elles constituent encore la thérapeutique classique des infections alvéolaires.

Dans les cas simples et récents, lorsque les lésions ne sont pas étendues, on peut obtenir la guérison définitive de ces foyers ; mais quand l'infection est de date ancienne, qu'elle a envahi les couches profondes

du tissu osseux, formant des clapiers et des diverticules d'un accès difficile, des simples injections seraient capables de balayer les surfaces suppurantes ; elles sont insuffisantes à frapper l'élément morbide dans la profondeur même du tissu.

Aussi bien les résultats thérapeutiques de cette méthode sont-ils assez souvent temporaires. On arrive à atténuer la virulence du microorganisme, à diminuer son activité, à tarir la suppuration. Pendant des semaines et des mois, la guérison paraît radicale. Puis un jour, sans raison apparente, le patient subit une poussée aiguë à l'endroit du foyer ancien, et les phénomènes suppuratifs s'installent comme par le passé. On ne saurait expliquer cette explosion de l'accident aigu qu'en admettant l'existence dans la profondeur des tissus des colonies résiduelles, reliquat de l'infection ancienne non complètement éteinte.

Des résultats plus satisfaisants furent obtenus par l'emploi des substances plus diffusibles, comme le formol, le trioxy-méthylène. Cependant, leur action n'est ni cerainet, ni exempte de sérieux inconvénients : l'irritation causée par ces substances est considérable, parfois insupportable, la douleur s'irradiant dans toute la sphère d'innervation de la branche correspondante du trijumeau et pouvant durer des jours et même des semaines.

Certains opérateurs ont tenté d'utiliser les pro-

priétés du courant galvanique dans le traitement des lésions infectieuses périradiculaires.

M. J. Foulon a été le premier en 1892, à tenter cette application, et en a exposé les résultats. Voici son manuel opératoire :

Une électrode en fil mince de platine reliée au pôle positif est introduite dans le canal dentaire aussi profondément que possible ; l'électrode négative en charbon de Chardin, mouillée d'eau salée, dans la main. Intensité de $1\frac{1}{2}$ à 2 M. A. ; durée d'application : 10 minutes, fréquence : tous les deux jours, jusqu'à épuisement de la sécrétion anormale ; qualité du courant : continu sans renversement ; soins consécutifs — nettoyer le canal, selon les règles habituelles, et y introduire une mèche antiseptique.

Afin de se rendre compte des phénomènes qui se passent sous l'influence du courant, cet auteur a institué l'expérience suivante : « Après avoir mis sur une plaque de verre un petit dé de chair de cheval, et y avoir préalablement fait une cavité de grandeur voulue, nous avons introduit dans celle-ci la dent et son kyste pyogène, puis nous avons mis en action les pôles comme suit : le pôle négatif dans le dé de chair et le pôle positif dans le canal dentaire en poussant notre électrode le plus loin possible de façon à ce que sa pointe dépasse le foramen et vienne pointer dans le kyste. Avant d'aller plus loin, je dois dire que l'électrode positive doit être en platine et flexible,

les électriciens n'ayant, jusqu'ici, livré au commerce que des aiguilles rigides.

« Toutes précautions prises, nous avons fait passer un courant de 10 milliampères et, au bout de cinq minutes, nous avons constaté que nous avions un résultat favorable. Nous avons trouvé la poche kystique transformée en un nodule sclérosé et, dans le canal, un liquide incolore facilement tarissable par les moyens connus ».

Le D^r Pont, ayant reproduit la même expérience et ayant constaté que l'enveloppe de la tumeur était comme parcheminée, s'est demandé si ce durcissement était suffisant pour amener la guérison. Aussi a-t-il pensé utile de renforcer le procédé de Foulon, de la façon suivante : dessécher le canal de la dent ; introduire, le plus profondément possible, une mèche imbibée d'une solution de iode iodurée ; placer le pôle positif dans la dent, le pôle négatif dans la main ; faire passer le courant en atteignant, lentement et graduellement, 2 milliampères et pendant 10 minutes ; ramener ensuite le courant à 0, intervertir les pôles et faire ainsi une seconde séance de 10 minutes ; ramener le rhéostat à 0 et faire un pansement antiseptique quelconque dans le canal, avec obturation provisoire à la gutta.

La méthode du D^r Pont réalise un progrès par la mise en œuvre de l'ion antiseptique d'iode qu'il introduit dans les tissus en renversant le courant dans la

2^e partie de son traitement. La seule objection que nous lui ferons est la suivante : sa mèche est dans le canal dentaire et non dans la masse même du tissu malade. Croit-il pouvoir introduire, de la sorte, à travers le minuscule orifice apical, une quantité suffisante d'iode et à une profondeur convenable ? L'aiguille de M. Foulon avait précisément le mérite de traverser au-delà de l'extrémité de la racine et de porter le fer rouge de l'électrolyse au sein même du mal.

Par la mise en œuvre des électrodes en métal atta-
quable dont les sels formés s'ioniseront et seront por-
tés dans la profondeur du tissu pour y exercer une ac-
tion antiseptique, il devient possible de réunir les
avantages des deux procédés décrits plus haut. Nous
vons pensé d'utiliser, à cet effet, une aiguille en zinc,
laquelle, de même que l'aiguille en platine, traversera
l'orifice de la racine pour pénétrer dans le tissu
osseux, siège de l'infection.

Les composés de zinc, et plus particulièrement les
chlorures, jouissent d'une réputation d'antiseptiques
puissants. Un certain nombre d'auteurs, dont MM.
Sudnik, Lewis Johns, Stéphane Leduc ont utilisé
avec succès l'ion Zn dans un certain nombre de cas
pathologiques.

Nous avons eu nous-mêmes l'occasion de l'appli-
quer en clinique par le procédé d'électrolyse et les
résultats obtenus exposés plus loin, furent tout à fait

satisfaisants. Mais si au point de vue clinique, l'ion zinc a été l'objet de différents travaux, aucune recherche n'a été faite pour démontrer la réalité de son action bactéricide.

L'étude expérimentale de l'action antiseptique de l'ion zinc m'a paru s'imposer, aucune médication rationnelle par cet agent ne pouvant être faite en l'absence de notion exacte sur son mode d'action. Les expériences que nous avons entreprises à ce sujet ont pour but sinon de résoudre la question du moins y apporter quelques clartés.

Dans mes expériences je me suis servi uniquement des milieux solides : gélose, gélatine, mais surtout de gélose.

Les milieux solides offrent l'avantage de permettre une localisation bien nette des points d'application des électrodes et de leur action respective, polaire, péripolaire, interpolaire. Ces milieux étaient contenus soit dans les tubes à gélose ordinaires, soit dans les grandes boîtes de Piétri. Pour introduire les électrodes dans les tubes je me suis servi d'un simple bouchon de liège, obturant solidement l'orifice du tube, muni de deux fortes tiges de cuivre portant à leur extrémité l'une — une plaquette en zinc de 2 centimètres de longueur et de 3 millimètres de large, l'autre — un fil aplati en platine de 2 millimètres de large et de 2 centimètres de long.

Pour passer les électrodes dans les boîtes de Piétri, j'ai pratiqué aux points opposés des boîtes des échan-crures de plusieurs millimètres. Par l'une des échan-crures passait le pôle positif, par l'autre le négatif.

En opérant dans les tubes, je plaçais toujours l'électrode positive en haut, l'électrode négative en bas de la surface de gélose. De cette sorte, la grande quantité d'hydrogène qui se dégage au pôle négatif tombe dans le fond du tube et n'entrave pas la net-teté des expériences.

La composition des milieux était faite de telle sorte que la teneur en chlorure de sodium était envi-ron 8 p. 1000, se rapprochant ainsi de celle des humeurs de l'organisme.

Première expérience. — Dans un tube de gélose ensemence sur toute la surface une culture de *bacillus subtilis*. Je fais passer le courant électrique, l'électrode négative en platine au fond du tube, l'élec-trode positive en zinc en haut, la distance entre les deux électrodes étant environ de 10 centimètres. L'in-tensité du courant 5 milliampères ; durée d'applica-tion, 20 minutes.

Le passage du courant a donné lieu à un dégage-ment abondant d'hydrogène au pôle négatif ; au pôle positif on ne constate aucun dégagement gazeux, mais l'apparition d'une zone opaque, d'abord au lieu d'application de l'électrode, puis augmentant pro-

gressivement à mesure que le courant continue. La gélose perd ainsi sa transparence normale sur une étendue de 1 centimètre environ* autour du lieu d'application de l'électrode.

Le tube est mis à l'étuve. En l'examinant quarante-huit heures après on constate une *végétation abondante au-dessous et au-dessus* de la *région opaque* (c'est-à-dire influencée par l'ion zinc), *absence totale de végétation sur toute la zone influencée*.

Deuxième expérience. — Tube de gélose ; j'ensemence à large strie sur toute la surface une culture de *micrococcus prodigiosus* ; pôle positifs en Zn en haut, le négatif en bas ; intensité, 3 milliampères ; durée d'application, 20 minutes ; mise à l'étuve. Après vingt-quatre heures on constate l'absence complète de culture au niveau de la zone influencée ; abondant développement au-dessus et au-dessous de cette zone.

Troisième expérience. — Tube de gélose ; ensemencement avec *staphylococcus auréus* ; les autres conditions comme dans l'expérience précédente. Après vingt-quatre heures d'étuve, absence de végétation sur toute la région influencée ; végétation abondante partout ailleurs.

Quatrième expérience. — Tube de gélose ; ensemencement avec le *bacillus anthracis* ; même condition expérimentale que ci-dessus ; même absence de végé-

tation dans la région influencée ; culture abondante partout ailleurs.

Il résulte nettement de ces quatre expériences que l'action de l'ion zinc a eu pour résultat d'empêcher le développement des bactéries sur toute la région ayant subi son influence. Mais par quel mécanisme s'effectue cette action empêchante ; s'agit-il d'une action bactéricide directe, ou bien y a-t-il formation dans le milieu des substances s'opposant à la culture des microorganismes.

Pour élucider ce point nous avons fait les expériences suivantes.

Cinquième expérience. — Dans un tube de gélose j'ensemence en strie une culture de *bacillus subtilis* ; mise à l'étuve pour 24 heures ; végétation abondante sur toute la surface. Sur la culture ainsi développée je fais agir le courant ; pôle positif en zinc en haut, pôle négatif en bas ; intensité 5 M. A. ; durée d'application 20 minutes.

Cela fait je prélève de la surface influencée par l'ion zinc et à proximité immédiate du point où fut placé la plaque de zinc une parcelle de culture de *subtilis* que j'ensemence dans un tube de gélose ; mise à l'étuve. 24 heures après je constate une *végétation abondante*.

Sixième expérience. — Tube de gélose ; ensemencement du *bacillus prodigiosus* ; mise à l'étuve pour vingt-quatre heures ; sur la culture obtenue, application du courant ; pôle positif en haut, négatif en bas ; intensité, 5 milliampères ; durée, 20 minutes ; ensemencement avec une parcelle de culture prélevée au niveau du pôle positif ; mise à l'étuve pour vingt-quatre heures ; *végétation abondante.*

Septième expérience. — Tube de gélose ; ensemencement avec le *staphylococcus aureus* ; mise à l'étuve pour vingt-quatre heures ; application du courant dans les mêmes conditions que précédemment ; réensemencement, *culture abondante.*

Huitième expérience. — Tube de gélose ; ensemencement du *bacillus anthracis* ; reproduction des mêmes conditions expérimentales que précédemment ; réensemencement ; *végétation abondante.*

De ces constatations il est permis de conclure que l'action de l'ion zinc n'affecte pas directement la vitalité des microorganismes, puisque leur végétation n'a pas été modifiée ni entravée en aucune manière.

Pour mieux dégager cette notion nous avons fait les quatre expériences suivantes :

Neuvième expérience. — Dans un tube de gélose stérile nous faisons agir le courant ; pôle positif en

zinc en haut, pôle négatif en bas ; intensité, 5 milliampères ; durée, 20 minutes. Cela fait, j'ensemence en strie sur toute la surface de la gélose une culture de *bacillus subtilis* ; mise à l'étuve. Après vingt-quatre heures on constate que toute la région opaque ayant subi l'action de l'ion zinc est restée stérile : au-dessous et au-dessus de la zone influencée abondante végétation.

Dixième expérience. — Reproduction de l'expérience précédente avec le *micrococcus prodigiosus* ; même résultat.

Onzième expérience. — Reproduction de l'expérience 8 avec le *staphylococcus aureus* ; même résultat.

Douzième expérience. — Reproduction de l'expérience 9 avec le *bacillus anthracis* ; même résultat.

Les quatre dernières expériences viennent corroborer nos conclusions précédentes, à savoir que dans les conditions où nous avons opéré, l'action directe de l'ion zinc sur la vitalité des microorganismes ne s'est pas manifestée.

Dans le cours de nos recherches nous nous sommes imposés une limite d'intensité maxima de 5 milliam-pères répondant aux applications cliniques que nous

avons à faire. Par contre, le facteur temps pouvant varier sans préjudice, nous nous sommes proposés de prolonger la durée de l'action du courant afin d'en déterminer l'importance au point de vue des effets bactéricides.

Treizième expérience. — Dans un tube de gélose j'ensemence du *bacillus subtilis* ; après vingt-quatre heures d'étuve toute la surface de gélose est couverte d'un voile de subtilis. Sur cette culture je fais agir un courant ; pôle positif en zinc en haut, le négatif en bas ; *durée d'application 1 heure*. Cela fait, je prélève une parcelle de culture à proximité du point d'application d'électrode, que j'ensemence sur la gélose d'un nouveau tube : mise à l'étuve ; après vingt-quatre heures on constate une abondante végétation du subtilis.

Quatorzième expérience. — Reproduction de l'expérience précédente avec le *bacillus prodigiosus* ; même résultat.

Quinzième expérience. — Avec le *staphylococcus aureus* ; même résultat.

Seizième expérience. — Avec *bacillus anthracis* ; même résultat.

Il apparaît donc d'une façon manifeste que la durée de l'application du courant influe peu ou point sur la vitalité propre des microorganismes. Par contre, la sphère de son influence sur le milieu, caractérisée par la transformation opaque du milieu, est quatre fois plus étendue, d'où une action stérilisante sur le milieu de culture quatre fois plus élevée.

En même temps, j'ai fait les expériences suivantes :

Dix-septième expérience. — Dans un tube de gélose n° 1 je fais pousser une abondante culture de *subtilis*. Sur cette culture je fais agir un courant dans des conditions expérimentales ordinaires : intensité, 5 milliampères ; durée 20 minutes. Cela fait, je prélève une parcelle de la culture à proximité de l'électrode en zinc et l'ensemence sur la gélose en tube n° 2 ; mise à l'étuve pour quarante-huit heures ; végétation abondante.

Quarante-huit heures après dans le tube n° 1 je fais agir le courant une seconde fois en prenant soin de placer l'électrode en zinc exactement au même point que la première fois : intensité du courant, 5 milliampères ; durée, 20 minutes. Je prélève pour la seconde fois au lieu d'application de l'électrode zinc, une parcelle de culture que j'ensemence dans un tube n° 3 ; mise à l'étuve pour quarante-huit heures ; végétation plus discrète et moins abondante que dans le tube n° 2.

Quarante-huit heures après, je fais agir dans le même tube n° 1 avec la même disposition des électrodes, un courant d'une intensité de 5 milliampères pendant 20 minutes ; je prélève ensuite comme auparavant un peu de culture dans un point voisin de l'application de l'électrode zinc ; ensemencement dans un tube n° 4 ; mise à l'étuve pour quarante-huit heures. Au bout de ce temps on constate que le tube n° 4 est resté stérile n'offrant la moindre trace de végétation.

Dix-huitième expérience. — Reproduction de l'expérience précédente faite avec le *bacillus prodigiosus* ; mêmes conditions expérimentales, même résultat.

Dix-neuvième expérience. — Reproduction de l'expérience n° 17 faite avec le *staphylococcus aureus*.

Ce dernier m'a paru plus vulnérable et j'ai pu obtenir le même résultat en réduisant à vingt-quatre heures l'intervalle entre chaque nouvelle application du courant dans le tube n° 1.

Vingtième expérience. — Reproduction de l'expérience n° 17 avec le *bacillus anthracis* ; ce microorganisme a montré une résistance plus grande que les autres. Après trois applications du courant à quarante-huit heures d'intervalle, j'ai obtenu des cultures encore suffisamment abondantes. Je fis alors une quatrième et une cinquième application électrique

dans le tube n° 1 à quarante-huit heures d'intervalle, et c'est alors seulement que l'ensemencement est resté stérile.

Ainsi donc, par l'électroionisation répétée, je suis arrivé à détruire le microorganisme ayant servi aux expériences et empêcher leur reproduction. Mais ici encore l'action propre du courant me paraît négligeable, tandis que la transformation du milieu de culture et la formation des substances impropres et nuisibles à la vie végétative des microbes doit être considéré comme étant le facteur prépondérant.

En effet, au cours de mes expériences, j'ai remarqué que les microorganismes dépérissaient rapidement sur les surfaces influencées par l'ionisation : en quelques jours les colonies jaunissaient et se desséchaient ; les cultures du staphylococcus m'ont paru particulièrement souffrir.

Remarquons que le milieu de culture impressionné par l'action de l'ion zinc subissait rapidement des modifications profondes. En quelques jours la région se desséchait, s'affaissait, formant une excavation profonde. On conçoit que dans ces conditions l'activité végétative des bactéries s'atténuait progressivement jusqu'à l'anéantissement définitif.

Je crois donc avoir montré par les expériences qui précèdent :

1° Que l'action directe de l'ion zinc sur la culture

des microorganismes étudiés reste sans effet appréciable.

2° Que l'ion zinc fait éprouver au milieu de culture des changements profonds qui le rende impossible à toute végétation des bactéries.

3° Que cependant l'électroionisation répétée permet d'atteindre définitivement la vitalité des microorganismes.

En terminant l'exposé de ces quelques expériences, je tiens à exprimer ma gratitude à MM. Metchnikoff et Binet et surtout à mon ami M. Weinberg pour la large et gracieuse hospitalité qu'ils m'ont accordée à l'Institut Pasteur.

Les résultats heureux que j'ai obtenu en clinique par l'introduction de l'ion zinc dans les tissus infestés permet de supposer qu'il en est vraisemblablement ainsi dans les tissus de l'organisme.

Le mode opératoire que j'ai adopté dans le traitement des infections alvéolaires chroniques d'origine dentaire est le suivant :

Après avoir ouvert la chambre pulpaire, je nettoie et stérilise les canaux radiculaires avec de l'acide sulfurique à 60 p. 100, substance précieuse pour la désinfection des canaux. Si l'orifice apical n'est pas suffisamment grand pour laisser traverser une fine aiguille je l'élargis avec une fraise de Gate stérilisée.

Je prépare ensuite avec une lame de zinc une aiguille mince, de manière à pouvoir l'introduire à travers le canal dans la cavité alvéolaire d'une longueur d'environ 4 à 5 millimètres. J'injecte dans le foyer par le canal une solution de chlorure de zinc à 1 p. 100. L'aiguille étant reliée au pôle positif, le négatif attaché au dos de la main, je fais passer un courant de 2 à 3 milliampères suivant la sensibilité du patient pendant 15 à 20 minutes. Je recommence cette séance tous les trois jours ; trois séances suffisent. Dans l'intervalle de l'ionisation je place dans le canal une mèche imbibée de chlorure de zinc à 1 p 100.

Lorsqu'on est en présence d'une fistule, je complète l'opération de la façon suivante : Dans le trajet de la fistule j'introduis un fil de zinc de diamètre approprié que je pousse aussi profondément que possible et jusqu'à l'origine du foyer. Je fais ensuite passer un courant de 2 à 3 milliampères pendant 10 à 15 minutes.

*
* *

L'évolution clinique et les caractères anatomo-pathologiques des infections alvéolo-dentaires offrent des grandes analogies ; la fréquence, l'acuité des épisodes aiguës apportent seules quelques variations dans le tableau symptomatique commun.

Mes observations cliniques ressemblent donc beaucoup les unes aux autres. Je me borne à en donner les deux suivantes qui suffisent à résumer le mode de traitement que je préconise.

OBSERVATION I

Le 4 janvier 1908, M^{me} D., 40 ans, de santé délicate, est venue me consulter au sujet de la première molaire inférieure gauche qui, depuis longtemps, lui cause des grands ennuis. Il y a quatre ans, à la suite d'une obturation qu'on lui fit, parut un volumineux abcès dans la région alvéolaire. Depuis lors la patiente n'a pas cessé d'en souffrir. Le foyer devenu chronique avec des crises aiguës apparaissant de temps en temps, a pris une étendue et une profondeur considérables. C'est en vain qu'on a tenté de faire disparaître l'infection, la suppuration persistait en dépit de tous les moyens mis à contribution. C'est dans ces conditions que la malade est venue me trouver.

Après avoir désobturé la dent et les canaux et agrandi le canal postérieur avec de l'acide sulfurique, j'ai tré-

pané l'orifice apical obstrué à l'aide d'une fraise de Gate. Je pus ainsi pénétrer dans le foyer alvéolaire. J'introduis ensuite dans ce foyer une aiguille de zinc que je relie au pôle positif de l'appareil ; le pôle négatif est attaché au dos de la main. Je fais passer graduellement un courant de 2 m. A., pendant vingt minutes ; je mets dans le canal une mèche imbibée d'une solution de chlorure de zinc et j'obture provisoirement la cavité.

Trois jours après, je recommence la séance d'électro-ionisation dans les mêmes conditions que précédemment. De plus j'introduis dans le trajet fistuleux très profondément une sonde en zinc et applique le courant pour dix minutes.

Lorsque trois jours après la patiente est venue me trouver, toute trace de suppuration a disparu. Néanmoins j'ai pensé bon de faire une nouvelle séance d'ionisation, mais cette fois uniquement par le canal.

Quinze jours après j'ai obturé définitivement la dent. Aucune nouvelle complication n'est survenue depuis.

OBSERVATION II

Le 15 janvier 1908, je reçois la visite de M^{me} B., qui souffre depuis dix mois d'un abcès chronique, siégeant sur la région palatine du côté gauche et provoqué par une racine de la première prémolaire gauche, surmontée d'une couronne à pivot.

Après avoir vainement tenté d'enlever la dent à pivot pour pénétrer dans le foyer par le canal, j'ai résolu de faire le traitement par le trajet de la fistule.

J'ai commencé par laver le foyer à l'aide d'une solution de chlorure de zinc à 1 p. 100, puis je fis pénétrer dans la fistule, très profondément, une sonde en fil de zinc, servant d'électrode positif ; application du courant de deux milliampères pendant quinze minutes.

Le troisième jour, nouvelles injections de chlorure de zinc, nouvelle séance d'électroionisation de quinze minutes. Cinq jours après, nouvelles injections et nouvelle séance d'électroionisation. La suppuration a complètement cessé pour ne plus reparaitre.

CONCLUSIONS

I. — Le traitement radical de la carie de second degré doit être la base, la pierre angulaire de la dentisterie opératoire. C'est le moyen certain de prévenir les infections profondes et d'assurer la conservation de l'appareil dentaire. Le corps médical et l'assistance publique doivent tendre à propager dans le public l'idée de cette action thérapeutique précoce et bienfaisante.

II. — Pour faire le traitement rationnel et radical de la carie de second degré, l'anesthésie de la dentine est indispensable dans la majorité des cas.

III. — Parmi les moyens aptes à procurer l'anesthésie de la dentine, l'électroionisation cocaïnique mérite d'occuper le premier rang.

IV. — Méthodiquement appliquée, l'électroionisation coacïnique constitue un moyen d'anesthésie inoffensif, efficace, indolore et immédiat.

V. — Le temps nécessaire pour assurer une bonne anesthésie peut varier de 10 à 15 minutes : l'intensité ne doit jamais excéder 8 dixièmes de M. A. ; d'ordinaire, 4 à 5 dixièmes de M. A. sont suffisants.

VI. — L'introduction électrolytique de l'ion zinc dans les tissus infectés de la région alvéolaire, permet de tarir les suppurations les plus rebelles et en assurer la guérison.

VII. — Mes recherches expérimentales sur l'action bactéricide de l'ion zinc démontrent :

a) Que l'action directe de l'ion zinc sur la vitalité des microorganismes étudiés reste sans influence appréciable ;

b) Que l'ion zinc fait éprouver au milieu de culture des modifications profondes qui rendent impossible toute végétation bactérienne ;

c) Que l'électroionisation répétée permet d'atteindre définitivement la reproduction des bactéries.

Vu : LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
ALBERT ROBIN.

Vu : LE DOYEN,
L. LANDOUZY.

Vu et permis d'imprimer :
LE VICE-RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
L. LIARD

BIBLIOGRAPHIE

- FABRÉ-PALAPRAT. — (*Archives génér. de médecine*, Paris), 1833.
- KLENKE. — *Zeitschrift Wiener Aertze*.
- HASSEINSTEIN. — *Chemisch electrische Heilmethode* (Leipzig), 1853.
- RICHARDSON. — (*Medical Times and Gazette*), 1859.
- BRUNS. — (*Galvano Chirurgie*, Tübingen), 1870.
- BRUCKNER (A.). — Ueber die Einführung des iodes vermittelt electrische Ströme. (*Berliner klinische Wochenschrift*), 1870.
- FIEBER. — Neue Vers. ueber die Ioddurchleitung mittelst d. galvanisches Stromes (*Wien. allg. Zeit.*, nos 21-25), 1870.
- BEER. — Electrolytische Ioddurchleitung (*Schmidt's Jahrbücher*, p. 200), 1871.
- ONIMUS et LEGROS. — *Electricité médicale*, 1872.
- MUNK. — Ueber die galvanische Einführung differenter Flüssigkeiten in den unversehrten lebenden Organismus (Von Reichert und Du Bois-Reymond's Arch.), 1873.
- BARDET. — *Traité d'électricité médicale*, 1884.
- ERB. d'Heidelberg). — *Traité d'électrothérapie* (traduc. Rueff), 1884.
- BARDET. — Recherches sur l'électrolyse et le transfert des médicaments à travers l'organisme par le courant électrique (*Bull. gén. de thérapeut.*), 1885.

- BRONDEL. — Diélectrolyse (*Gaz. des Hôpitaux*, 24 sept. ; et *Bull. gén. de thérapeut.*, p. 521, 1885.
- DUJARDIN-BEAUMETZ. — Diélectrolyse. — Expériences négatives (*Gaz. des Hôpitaux*, 1^{er} octobre), 1885.
- LAURET. — De l'introduction des substances médicamenteuses à travers la peau saine par l'influence de l'électricité (*Thèse de Montpellier*), 1885.
(*Thèse de Montpellier*), 1885.
- COMING. — (*New-York medical Journal*), 1886.
- J. WAGNER. — Eine methode Hautanesthesie durch Kocain zu erzeugen (*Wiener medicinische Blatter*, n° 6), 1886.
- HERZOG. — *Münchener med. Wochenschrift*, t. XXIII, n° 13, p. 122), 1886.
- LOMBROSO. — Sulla Cataphoresi elettrica (*Riforma Medica*), 1886.
- ADAMKIEWICZ. — (*Neurologische Centralblatt*, Paschkis und Wagner), 1887.
- LOMBROSO et MATEINI. — *Riforma medica*, novembre ; et *Neurolog. Centralblatt*), 1887.
- ADAMKIEWICZ. — *Deutsche medicinische Wochenschrift*), 1887.
- HOFFMAN. — (*Neurologische Centralblatt*), 1888.
- BOCCOLARI et MANZIERI. — Nuove esperienze di cataphoresi terapeutiche (*Rivista clinica*), 1888.
- GAREL (de Lyon). — (*Province médicale*), 1889.
- GARTNER und S. EHRMANN. — (*Wiener klinische Wochenschrift*), 1889.
- PETERSEN. — (*New-York medic. Journ.*), 1889.
- CAGNEY (de Londres). — (*Harveian Society*, 7 nov.), 1889.
- EHRMANN. — (*Wiener med. Wochenschrift*, novembre), 1889.
- EDISON. — Application of electrical endosmosis to the treatment of gouty concretion (Congrès de Berlin, août), 1890.
- FOVEAU DE COURMELLES. — (Communication à l'Institut, 24 nov., 18 janvier 1891), 1890.

- MORTON. — (*New-York med. Journ.* et communication à l'A. F. A. S., Congrès de Marseille, 20^e session, 7 nov.), 1891.
- HARRIS and NEWMANN-LAWRENCE. — (*Rev. intern. Electroth.*), 1891.
- KROHFELD. — Ueber elektrische Sublimat-Bäder (*Wiener med. Wochenschrift*), 1891.
- IMBERT DE LA TOUCHÉ. — Traitement de la goutte par la cataphorèse (*R. intern. d'Electroth.*), 1891.
- KÖNIG. — Elektrische Ströme chemische Flüssigkeiten und gelöste Arzneikörper durch thierische membranen und gewebe transportiren (*Therap. Monatshefte*), 1892.
- AUBERT. — L'électricité et l'absorption cutanée (*Lyon médical*, t. III, 4, 11, 18 sept.), 1892.
- S. LEDUC. — Action thérapeutique des courants continus (*Gaz. méd. de Nantes*), 1893.
- G. GARTNER. — (*Wiener klinische Wochenschrift*), 1893.
- LABATUT. — Transport des ions dans les tissus organisés (*Dauphiné médical*), 1893.
- HUNTER et M. GUIRE. — Traitement cataphorétique du goître et de l'orchite chronique par l'iode (*Revue intern. d'Electroth.*), 1894.
- E. DESTOT. — De la cataphorèse électrique ; ses applications thérapeutiques (Congrès de médecine de Lyon ; et *Lyon médical*, n° 380), 1894.
- SAVY. — De l'introduction diadermique des médicaments sous tension électrique (Thèse de Lyon, 21 juin), 1895.
- LABATUT (de Grenoble). — Transport des ions dans les tissus organisés (*Arch. d'électricité médic.*), 1895.
- LABATTUT, JOURDANET et PORTE. — Traitement des manifestations articulaires de la goutte et du rhumatisme par introduction électrolytique du lithium (*Gaz. des Hôpitaux* ; *Arch. d'Elect. méd.*, 15 février), 1895.
- SUDNIK. — (*Arch. d'Elect. Méd.*), 1895.
- MAX OKER-BLOM. — (*Arch. d'Elect. Méd.*), 1896.
- XARFUNKEL. — Beiträge zur Kataphorese ein Gesamtüber-

- blick ueber den gegenwartigen Stand der Frage (*Arch. f. Dermatol. u. Syphil.* 1897, t. XL, p. 13), 1897.
- G. WEISS. — L'électrolyse des tissus vivants (*Arch. d'Elect. med.*), 1897.
- A. LEUILLIEUX (de Conlie, Sarthe). — De l'Introduction dans l'organisme d'ions à action thérapeutique (*Comptes-rendus de l'A. F. A. S.* ; Congrès de Saint-Etienne), 1897.
- SIMON FUBINI et PIERRE PIERINI (de Pise). — Sur la Cataphorèse électrique (*Arch. d'elect. méd.*), 1898.
- AUGUSTE DI LUZENBERGER. — L'Electrolisi nei residui morbososi delle fracture ossea, dei flemmoni et delle miositi e la cataforesi medicata nei processi gottosi (Napoli), 1898.
- LEVISION. — Behandlung der Gicht (Kopenhagen) (*et Zeitschrift für Electrotherapie*, 1899), 1898.
- WINKLER. — Contribution à l'étude de l'osmose électrique (*Archiv. d'elect. méd.*), 1898.
- CHAUVET (de Royat). — Traitement du rhumatisme et de la goutte par les bains hydroélectriques (*Arch. d'elect. méd.*), 1898.
- FRITZ FRANKENHAUSER. — Die Zeitung der Electricität im lebenden Gewebe (Berlin, Hirschwald), 1898.
- MORTON. — La Cataphorèse dans l'art dentaire (*Revue internat. d'electroth.*, pp. 10-11), 1898.
- GILLES. — Absorption diadermique des Médicaments (*Archives d'électricité médicale*), 1898.
- ADAM. — La Cataphorèse (*Pacific. med. j.*), 1898.
- MARCUS. — Anesthésie dentaire par l'iodhydrate de cocaïne en Cataphorèse (*Médecine moderne*, 21 mai), 1898.
- GRIESBACH. — Ueber Wesen u. Bedeutung der Kataphorese (*Deut. méd. Wochens.*), 1898.
- MASSON. — Ueber Ionen Geschwindigkeiten (*Zeits. f. physik. Chemie*, t. XXIX), 1899.
- MEISSNER. — Ueber Kataphorese und ihre Bedeutung f. die Therapie (*Zeits. f. Electr.* ; et *Archiv. f. Anat. u. Phys.*), 1899.

- LASCHTCHENKO. — Zur Kenntniss der Zeitung electrischer Ströme im lebenden Gewebe sowie Bemerkungen ueber Zeitungs Widerstand des menschlichen Körpers (*Deuts. med. Wochens.*, p. 114), 1899.
- FRANKENHAUSER. — Die Electrochimie als medicinische Wissenschaft (*Zeitschrift für Electroth.*), 1899
- Verlaufige Mittheilung ueber ein neues Verfahren zu langdauernder Anwendung starker galvanischen Ströme (*Berlin, klin. Wochens.*, n° 34), 1899.
- GUILLOZ. — Traitement électrique de la goutte (*Archiv. d'élec. méd.*), 1899.
- ZUNZ. — De l'ionisation en biologie (*Journal de Biologie de Bruxelles ; Annales d'Electrobiologie*), 1899.
- BUDINGEN. — Ueber Katalystische Wirkungen des galvanischen Stromes bei Circulations-sperre (*Deuts. med. Wochens.*, t. XXV, p. 423), 1899
- HEYDERHALL. — Ueber die electrische Lithion Behandlung (Analyse in *Zeitschrift für Electroth.*), 1899
- MORTON. — Cataphoresis (*New-York*), 1899.
- D^r A. PONT. — De la Cataphorèse en Art^e Dentaire^a (thèse^e de Lyon), 1899.
- SCHATZKY. — Die Grundlagen der therapeutische Wirkung d. Strömes (*Zeits. f. Electroth.*, p. 24 ; et *Annales d'Electrobiologie* : Bases de l'action thérapeutique du courant continu), 1899.
- FOYEAU DE COURMELLES. — Osmose et biélectrolyse (Congrès de l'A. F. A. S., Boulogne), 1899.
- G. ALLAIRE. — Traitement du rhumatisme par la Cataphorèse salicylée (*Gaz Méd. de Nantes*, 7 avril), 1900.
- FRANKENHAUSER. — Ueber die chemischen Wirkungen des galvanischen Strömes auf die Haut und ihre Bedeutung für die Electrotherapie (*Zeitschrift für Electrotherapie*), 1900.
- Die pratische Verwerthung der electrochemischen Ercheinungen für die Balneotherapie (*Vertrag'gehalten auf der Versammlung der balneologischen Gesellschaft zu Frankfurt a. M.*), 1900.

- FOVEAU DE COURMELLES. — Sur la biélectrolyse (Congrès intern. de médecine), 1900.
- BIRUKOFF. — Untersuchungen über Galvanotaxis (*Pflüger's Archiv.*, t. LXXII (p. 555), 1900.
- STÉPHANE LEDUC. — Introduction des substances médicamenteuses dans la profondeur des tissus par le courant électrique (1^{er} Congrès Internat. d'Electrologie et de Radiologie médic. Paris, 27 juillet-1^{er} août ; et *Annales d'Electrobiologie*, septembre et octobre), 1900.
- Introduction électrolytique des ions dans les tissus vivants (Congrès de l'A. F. A. S., Paris), 1900.
- HALLARD. — La théorie des ions et l'Electrolyse, 1900.
- BORDIER. — Confirmation de la théorie du transport des ions à travers les tissus (Congrès de l'A. F. A. S. et *Archiv. d'Electricité Médicale*), 1900.
- S. LEDUC. — La théorie des ions en médecine. (*Annales scientifiques et médicales*, Paris, 1900 ; *Annales d'electrobiologie*, mars-avril 1901 ; *Gaz. méd. de Nantes.*, 1901), 1900.
- Action des courants continus sur l'organisme vivant (*Bulletin de la Société française d'électroth.* et *Annales d'electrobiologie*), 1901.
- L'Electrochimie médicale (Rapport au Congrès de l'A. F. A. S., Ajaccio ; *Archiv. d'électr. méd.* ; *Gazette médicale de Nantes*) 1901.
- Introduction des médicaments par l'électricité (*Sciences, arts, nature*), 1091.
- H. BORDIER. — Sur le choix du métal à employer pour les électrodes (*Archiv. élec. méd.*), 1901.
- A. LEUILLIEUX. — Introduction électrolytique du rubidium et de l'indium dans les tissus. Application au traitement de la goutte et du rhumatisme (Congrès d'Ajaccio ; analysé in *Archiv. élec. méd.*), 1901.
- ANACLETO ROMANO. — Sur la valeur de la cataphorèse médicamenteuse dans l'hypertrophie thyroïdienne (analysé dans *Arch. d'élec. méd.* — *Gl' Incurabili*, Napoli, Fas. 15, 16^e 1901, pp. 471, 497), 1901.
- FRANKENHAUSER. — Thérapeutique électro-chimique (*Deuts.*

- med. Zeits.*, 3 juin 1901 ; anal. in *Revue de Thérapeutique*, 15 septembre 1901).
- APOSTOLI et HAQUERRIÈRE. — De l'influence du courant continu sur les microbes, 1891 ; 1901.
- GONZALES QUIJANO SANCHEZ. — La théorie des ions en électricité médicale (Thèse de Paris, 15 mai), 1902.
- S. LEDUC. — Dosage des ions introduits par l'électrolyse *Annales d'électrobiologie*, 1902.
- Action des courants continus sur les tissus scléreux et cicatriciels (Congrès de l'A. F. A. S. Montauban, août 1902), 1902.
- TH. GUILLOZ (Nancy). — Sur l'Electrolyse et la Galvanocaustie (2^e Congrès Intern. d'Electrologie et de Radiologie méd., Berne, sept. 1902 ; publié in *Arch. d'élec. méd.*), 1902.
- S. LEDUC. — Ion Zinc et Epithélioma du nez (Congrès de l'A. F. A. S., Angers ; *Archiv. d'élec. méd.*, p. 734), 1903.
- Effet de l'ion Zinc sur la pousse des poils (Congrès de l'A. F. A. S. Angers ; *Archiv. d'élec. méd.*), 1903.
- Traitement électrique de l'hémiplégie (*Bulletin de la Société française d'électrothérapie*), 1903.
- J. BERGONIE et C. ROQUES. — L'Electrolyse des salicylates comme moyen de pénétration de l'ion salicylique en thérapeutique locale (*Archiv. d'élec. méd.*, 15 avril), 1903.
- ENSCH. — Electrolyse et Cataphorèse (*Arch. d'élec. méd.*, 15 octobre, 15 novembre), 1903.
- C. ROQUES. — De l'introduction par cataphorèse de l'ion salicylique dans les articulations atteintes d'arthrite (*Arch. d'élec. méd.*, 15 nov.), 1903.
- S. LEDUC et BOUCHET. — Actions physiologiques de quelques ions, et en particulier de l'ion adrénaline (*Arch. d'élec. méd.*, 15 nov.), 1903.
- FOCKENBERGHE. — De l'introduction électrolytique de l'ion salicylique dans le traitement local des arthrites rhumatismales (thèse Bordeaux, 16 décembre), 1903.
- TH. GUILLOZ. — Sur le Traitement électrique de la maladie

de Basedow (Introduction de l'ion Iode). (*Archiv. d'élec. méd.*), 1903.

FÖRSTER et ERICH MÜLLER. — Contribution à la théorie de l'Electrolyse des solutions de chlorures alcalins (*Zeitschrift f. Electrochimie*, t. IX, pp. 171 et 195, 26 février et 5 mars 1903. Analysé in *Archives d'élec. méd.*, 15 juillet), 1903.

S. LEDUC. — Les Ions en médecine (Congrès de l'A. F. A. S. Grenoble ; *Archiv. élec. méd.*, 25 sept.), 1904.

A. CHARPENTIER. — Sur le transport électrolytique de certains ions dans la gélatine (Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, 29 juin 1903, page 1652), 1904.

S. LEDUC. — Traitement des névralgies par l'ion salicylique (*Archiv. d'élec. méd.*, 10 juin), 1904.

— Traitement des névralgies par l'ion quinine (*Archiv. d'élec. méd.*, 25 juillet), 1904.

A. GRANGER. — Cas de cancer traités par la Cataphorèse mercurielle (*New-Orleans med. and Surg.*, août 1904 ; — *Revue de thérap.*, 1^{er} sept. ; *Archiv. d'élec. méd.*, 25 décembre), 1904.

LEWIS JONES (de Londres). — Traitement de l'Epithélioma de la face par l'ion Zinc, et étude sur l'emploi des ions en Thérapeutique (publié dans *The Lancet* et traduit dans les *Arch. d'élec. méd.*), 1905.

H. GUILLEMINOT. — Electricité médicale. Travail du Laboratoire du Professeur Bouchard, Paris, 1905.

S. LEDUC. — Guérison d'un tic douloureux de la face datant de trente-cinq ans par trois séances d'introduction de l'ion Salicylique (Congrès de l'A. F. A. S., Cherbourg ; *Archives d'élec. méd.*, 10 nov.), 1905.

BORDIER et ROUCH. — Expériences sur les phénomènes d'entraînement et le transport des ions par l'Electricité statique. (Congrès de l'A. F. A. S., Cherbourg ; *Archiv. d'élec. méd.*, 25 janvier 1906), 1905.

S. LEDUC. — Etude sur la Résistance électrique du corps humain (*Archiv. d'élec. méd.*, 12 août ; Congrès de l'A. F. A. S.), 1905.

- Die Jonen oder electrolytische Therapie (Ambrosius Barth Leipzig), 1905.
- L. AMBARD et A. MAYR. — La Théorie des ions et ses applications en Biologie (Revue Générale) (*Semaine médicale*, 30 août), 1905.
- SALAGHI (de Bologne). — Imprégnation des tissus de l'organisme par des précipités électrolytiques (*Archiv. ital. de biol.*, t. XLIII, fasc. 1^{er} mai ; *Archiv. d'élec. méd.*), 1905.
- LOEB. — Etude sur les Ions (*Revue génér. des Sciences*, 15 sept.), 1906.
- FRADIN. — De la Résistance électrique du Corps humain (thèse de Paris), 1906.
- S. LEDUC. — (*Province médicale*, n^{os} 21, p. 246), 1906.
- Les nouvelles Théories des Solutions dans leurs Rapports avec la médecine (*Presse médicale*, n^{os} 70, 72, 74, 76), 1906.
- Les Ions et les médications ioniques (Monographie publiée par l'« Œuvre médico-chirurgical ». Paris), 1907.
- TUFFIER et MAUTÉ. — « A propos des médications ioniques » (Société de Biologie), 19 janvier, 1907.
- P. DESFOSSES et A. MARTINET. — Technique de la Thérapeutique ionique (*Presse médicale*, 2 janvier), 1907.
- Sclérolyse ionique (*Presse médicale*, 20 mars, 1907.
- L'Ion Salicylique (*Presse médicale*, 20 avril), 1907.
- H. ISCOVESCO et A. MATZA. — Sur la pénétration ionique d'Electrolytes à travers les sels Colloïdes (Comptes rendus de la Société de Biologie, 8 février ; *Archiv. d'élec. méd.*, 10 juin), 1907.
- H. LEWIS-JONES. — Traitement de l'Epithélioma par les ions Zinc (Leçon faite au Medical Graduates College and Polyclinic ; traduite du *British medical Journal* par S. Leduc et publiée le 25 mars dans les *Archiv. d'élec. méd.*), 1907.
- DOUMER. — Théorie des Ions (*Annales d'électrobiologie*, mars), 1907.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	7
HISTORIQUE	11
Cataphorèse, Electrolyse, Ionisation.....	20
Matériel et conditions opératoires.....	34
Anesthésie de la dentine dans la carie de deuxième degré.....	46
<i>Procédés mécaniques</i>	50
— <i>chimiques</i>	50
<i>Agents physiques</i>	52
OBSERVATIONS	58
L'ion zinc dans le traitement des foyers infectieux alvéolo-maxillaires	62
OBSERVATIONS	81
CONCLUSIONS.....	84
BIBLIOGRAPHIE.....	87

